

【得得情報】

\$5.99の洋書ミステリーが日本でも659円ポッキリ
米国のサイトから割引で買っても結局、送料で高くつく
送料も手数料も取らない日本のネット書店が見つかった

新刊ベストセラー

検索


[IPN Home](#) | [Search](#) | [Order](#) | [Shopping Cart](#) | [Login](#) | [Site Map](#) | [Help](#)

Patent Plaques

JP6223402A: INTEGRATED ELECTRO-OPTIC WAVEGUIDE DEVICE

No Image

Country: JP Japan

Inventor(s): REVELLI JR JOSEPH F

Applicant(s): EASTMAN KODAK CO


[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)

Issued/Filed Dates: Aug. 12, 1994 / Oct. 13, 1993

Application Number: JP1993000255563

IPC Class: G11B 007/135; G02B 006/12;

Priority Number(s): Oct. 15, 1992 US1992000961576 Family

Abstract: **Purpose:** To provide a reading/writing optical head of an integrated electro-optic waveguide type.

Constitution: An electro-optic waveguide part 100 has a substrate, a lower buffer layer, a nonlinear optical (NLOZ) org. polarizable polymer waveguide having the refractive index higher than the refractive index of this lower buffer layer on the buffer layer and a GaAs laser diode 10. The ridge type waveguide step forms an elongated resonance cavity and has a modulation function and a second harmonic generation function aligned to an in-cavity type pseudo phase. The diffraction gratings coupled to the ridge planer waveguide part 200 have beam expansion function, TE-TM conversion function and beam deflection function. The planar type prism-shaped electrode part 300 executed optical waveguide beam deflection. A dual type linear diffraction grating coupler part 400 executes incident and exit coupling. The deflection of the beam is attained by the planar type waveguide mirror protective film 500. The Mach-Zehnder interferometer type wave front sensor part 600 of the electro-optic waveguide generates a TES signal and FES signal.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

Foreign References: none

(No patents reference this one)

Powered by DB2
and Net Data

Alternative
Searches

Patent Number

Boolean Text

Advanced Text

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 6 - 2 2 3 4 0 2

(43) 公開日 平成 6 年 (1 9 9 4) 8 月 1 2 日

(51) Int. Cl. ⁵

G11B 7/135

G02B 6/12

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

Z 7247-5D

A 8106-2K

審査請求 未請求 請求項の数 37 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平 5 - 2 5 5 5 6 3

(22) 出願日 平成 5 年 (1 9 9 3) 1 0 月 1 3 日

(31) 優先権主張番号 9 6 1 5 7 6

(32) 優先日 1 9 9 2 年 1 0 月 1 5 日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 5 9 0 0 0 0 8 4 6

イーストマン コダック カンパニー

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 6 5 0

, ロチェスター, ステイト ストリート 3
4 3

(72) 発明者 ジョセフ フランシス レベリ, ジュニア

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 6 2

5, ロチェスター, ファームブルック ド

ライブ 9 5

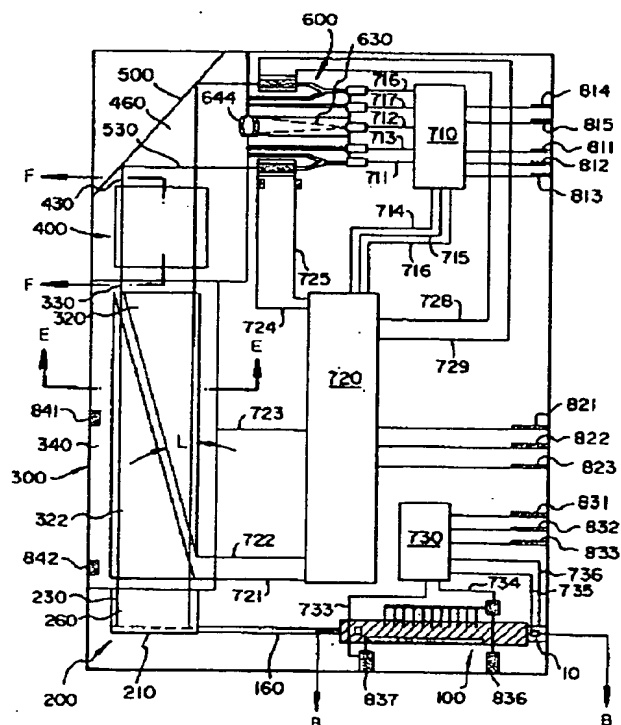
(74) 代理人 弁理士 宇井 正一 (外 4 名)

(54) 【発明の名称】 集積化された電気光学導波路装置

(57) 【要約】

【目的】 集積化された電気光学導波路型の読取／書込光ヘッドを提供する。

【構成】 電気光学導波路部分100 は基板、下部バッファ層、バッファ層上でそれよりも高い屈折率を有する非線形光学的 (N L O) 有機分極性ポリマー導波路及びGaAsレーザダイオード10を有する。リッジ型導波路段は伸長された共振器キャビティを形成し、変調機能とインキャビティ型疑似位相整合した2次高調波発生機能を備える。リッジプレーナ導波路部分200 と結合した回折格子はビーム拡大機能、T E - T M 変換機能及びビーム偏向機能を有する。プレーナ型プリズム状電極部分300 は電気光学導波路ビーム偏向を行う。デュアル型線形回折格子形カップラ部分400 は入射及び出射結合を行う。ビームの偏向はプレーナ型導波路ミラー部分500 によって達成される。電気光学リッジ型導波路のマッハツェンダ干渉計型波面センサ部分600 はT E S 信号及びF E S 信号を発生する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 TEモードを有し、非線形光学材料で形成された第 1 のリッジ型導波路を有し、電気光学変調と 2 次高調波の発生との結合された機能を行うリッジ型導波路段と、

前記第 1 のリッジ型導波路の前記 TEモードと結合され、波長入の光を放出するレーザダイオードと、
リッジプレーナ型導波路段と、

前記リッジ型導波路段から前記リッジプレーナ型導波路段まで延在する第 2 のリッジ型導波路と、

波長入、の 2 次高調波光が前記第 2 のリッジ導波路を経て前記リッジプレーナ型導波路段に伝搬するように、前記レーザダイオードからの放射を変調するための駆動信号を前記リッジ型導波路段に供給する第 1 の集積回路と、

前記波長入、の 2 次高調波光をビームに拡大する手段と、

トラッキングエラー信号発生段及びピックアップ段を有するマッハツェンダー干渉計型波面センサと、

第 2 の集積回路と、

前記波面センサから前記第 2 の集積回路を経て供給されるトラッキングエラー信号にตอบสนองして前記拡大されたビームを偏向する第 1 のビーム偏向器段と、

入射回折格子カップラ及び出射回折格子カップラを有し、前記第 1 のビーム偏向器段からの拡大されたビームを受光し、このビームを前記出射回折格子カップラからターゲットに向けて出射させ、ターゲットで反射した光を前記入射回折格子に入射させるデュアル型回折格子カップラ段と、

前記入射回折格子カップラからのビームを受光し、このビームを前記マッハツェンダー干渉計型波面センサのピックアップ段に向けて偏向する第 2 のビーム偏向器段と、

前記マッハツェンダー干渉計型波面センサからの情報を受け、信号増幅し、トラッキングエラー信号及びフォーカスエラー信号を発生するための機能を調整する第 3 の集積回路とを具える集積化された電気光学導波路装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の導波路装置において、前記第 2 の集積回路が前記第 3 の集積回路から供給されるトラッキングエラー信号、フォーカスエラー信号及び基準信号にตอบสนองしてマッハツェンダー干渉計のバイアスオフセット調整信号を供給する装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の導波路装置であって、前側表面部分及び後側表面部分を有する透明基板と、前記出射結合回折格子を含み、前記後側表面部分に取り付けられた光伝送部分と、
前記入射結合回折格子を含み、前記前側表面部分に取り付けられた受光部分とを有する装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の導波路装置において、前記入射回折格子カップラが前記出射回折格子カップラ

の格子ピッチとは異なる格子ピッチを有し、

前記ターゲットが前記入射回折格子に平行にされ、前記出射回折格子カップラによって前記第 1 の導波路から出射した光が、前記入射回折格子カップラによって前記第 2 の導波路に直接入射しないようにされている装置。

【請求項 5】 請求項 3 に記載の導波路装置において、前記光伝送部がさらに前記リッジ型導波路段と、前記プレーナ型導波路領域と、前記 2 次高調波光を拡大する手段とを含み、

10 前記受光部分がさらに前記マッハツェンダー干渉計型波面センサを含んでいる装置。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の導波路装置であって、前側表面部分及び後側表面部分を有する第 1 の透明基板と、

前記第 1 の透明基板の前記前側表面部分上に配置され、光をターゲットに出射するための出射結合回折格子を有する光伝送部と、

前側表面部分及び後側表面部分を有する第 2 の透明基板と、

20 前記第 2 の透明基板の前側表面部分上に配置され、前記ターゲットから反射された光を入射させる入射結合回折格子を有する受光部分とを具え、

前記第 1 及び第 2 の透明基板は背合わせに位置決めされ、前記入射結合回折格子が前記出射結合回折格子と整列するようにされている装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載の導波路装置において、前記入射結合回折格子が前記出射結合回折格子の格子ピッチとは異なる格子ピッチを有し、前記ターゲットが前記入射結合回折格子に平行にされ、前記出射結合回折格子によって前記第 1 の導波路から出射した光が、前記入射結合回折格子によって前記第 2 の導波路に直接入射するのを阻止するようにされている装置。

【請求項 8】 請求項 6 に記載の導波路装置において、前記光伝送部分が、TEモードを持ち、電気光学変調と 2 次高調波の発生との結合された機能を提供するための非線形光学材料で形成された第 1 の導波路を含むリッジ型導波路段をさらに有する装置。

【請求項 9】 請求項 6 に記載の導波路装置において、前記受光部がトラッキングエラー信号を発生できる段及びピックアップ段を持ったマッハツェンダー干渉計型波面センサをさらに含んでいる装置。

【請求項 10】 基板と、

ある屈折率を有し、かつ、前記基板上に形成された光学的に透明な下側バッファ層と、

前記下側バッファ層上に形成され、前記バッファ層の屈折率よりも大きい屈折率を有する光学的に透明な非線形光学有機分極性ポリマー導波路と、

前記導波路に光学的に結合したGaAsレーザダイオードとを具える集積化された電気光学導波路装置。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の導波路装置におい

て、前記レーザダイオードの端面がへき開され、反射防止コートされ、前記基板上に堆積され、前記導波路に結合されている装置。

【請求項 1 2】 請求項 1 0 に記載の導波路装置において、前記基板が GaAs チップであり、かつ、前記レーザダイオードが前記基板上に直接形成されている装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 0 に記載の導波路装置であって、

前記レーザダイオードのための伸長された共振器キャビティを形成すると共に、変調機能及びインキャビティ疑似位相整合された 2 次高調波発生機能を合成するリッジ型導波路段と、

ビーム拡大機能、T E - T M 変換機能及びビーム偏向機能を合成する回折格子が結合されたリジープレーナ型導波路段と、

電気光学導波路ビーム偏向のためのプレーナ型表面プリズム状電極段と、

入射／出射結合のためのデュアル型線形回折格子段と、

ビーム偏向のためのプレーナ型導波路ミラー段と、

トラッキングエラー信号 (T E S) 及びフォーカスエラー信号 (F E S) を発生させる電気光学リッジ型導波路マッハツェンダー干渉計型波面センサ段とをさらに具える装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 0 に記載の導波路装置において、

前記波面センサ段が、

プレーナ型導波路領域と、

前記プレーナ型導波路領域上に形成されたモードインデックス型導波路コンデンサレンズとを含んでいる装置。

【請求項 1 5】 入射回折格子カップラと出射回折格子カップラとを持ち、光ビームを受光するデュアル回折格子カップラを具え、

前記出射回折格子カップラが前記ビームをターゲットに向けて出射させ、前記入射回折格子カップラが前記ターゲットで反射したビームを入射させるようになっている集積化された電気光学導波路装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 5 に記載の導波路装置であって、

電気光学変調機能及び前記ビームを発生させる発生機能を提供するリッジ型導波路段を有する装置。

【請求項 1 7】 請求項 1 5 に記載の導波路装置であって、ピックアップ段を持ち、かつ、トラッキングエラー信号及びフォーカスエラー信号を発生する干渉計波面センサ段を有する装置。

【請求項 1 8】 請求項 1 7 に記載の導波路装置であって、前記干渉計型波面センサ段からのトラッキングエラー信号の受信に応じて、前記ビームを偏向するビーム偏向器段を有する装置。

【請求項 1 9】 請求項 1 7 に記載の導波路装置におい

て、前記入射回折格子カップラからのビームを受光し、このビームを前記干渉計型波面センサのピックアップ段へ偏向するビーム偏向器段を有する装置。

【請求項 2 0】 請求項 1 5 に記載の導波路装置において、

基板と、

この基板上に形成され、前記出射回折格子カップラと関連して前記ビームを前記出射回折格子形カップラに供給する第 1 の導波路と、

前記基板上に形成され、前記入射回折格子カップラと関連して前記入射回折格子カップラからのビームを受光する第 2 の導波路とを含み、

前記入射回折格子カップラ及び出射回折格子カップラがある格子ピッチをそれぞれ有し、前記ターゲットが前記基板に対して傾き角度 ϕ で配置され、前記格子ピッチを相異なるようにし、前記出射回折格子カップラにより第 1 の導波路から出射した光が、前記入射回折格子カップラによって前記第 2 の導波路に直接入射しないようにされている装置。

【請求項 2 1】 請求項 1 5 に記載の導波路装置であって、

前記出射回折格子カップラと関連し、前記ビームを該出射回折格子カップラに供給する第 1 の導波路と、

前記入射回折格子カップラと関連し、該入射回折格子カップラからのビームを受光する第 2 の導波路と、

前記出射回折格子カップラにより前記第 1 の導波路から出射した光が、前記入射回折格子カップラによって前記第 2 の導波路に直接入射することを阻止する手段とを有する装置。

【請求項 2 2】 請求項 2 1 に記載の導波路装置において、

前記阻止手段が、

前記出射回折格子カップラのための第 1 の格子ピッチと、

前記入射回折格子カップラのための、第 1 の格子ピッチとは異なる第 2 の格子ピッチとを持っている装置。

【請求項 2 3】 請求項 2 1 に記載の導波路装置において、

前記阻止手段が、

前記出射回折格子カップラのための第 1 の格子ピッチと、

前記第 1 の導波路のための第 1 の実効屈折率と、

前記入射回折格子カップラのための、第 1 の格子ピッチに等しい第 2 の格子ピッチと、

前記第 2 の導波路のための、第 1 の有効屈折率とは異なる第 2 の実効屈折率とを持っている装置。

【請求項 2 4】 光ビームを発生させるための電気光学変調機能及び 2 次高調波の発生機能を提供するリッジ型導波路段と、

ピックアップ段を持ち、かつ、トラッキングエラー信号

及びフォーカスエラー信号を発生する干渉計型波面センサ段と、

前記干渉計型波面センサからのトラッキングエラー信号に応答して前記ビームを偏向する第 1 のビーム偏向器段と、

前記ビームをターゲットに出射させる出射回折格子カップラ、及びターゲットで反射したビームを入射させる入射回折格子カップラを持ち、前記ビームを受光するデュアル型回折格子カップラ段と、

前記入射回折格子カップラからのビームを受光し、該ビームを前記干渉計型波面センサのピックアップ段に向けて偏向する第 2 のビーム偏向器段とを具える集積化された電気光学導波路装置。

【請求項 2 5】 光学キャビティ内に配置した半導体アクティブ媒体と、

前記アクティブ媒体内において基本周波数 ω_0 の光子の放射を励起するための手段と、

前記キャビティ内に配置され、前記光子の周波数を 2 倍にするための手段とを具える集積化された電気光学導波路装置。

【請求項 2 6】 周波数が $2 \omega_0$ の 2 次高調波の放射ビームを発生する集積化された電気光学導波路装置であって、

基板上に配置され、一体的に結合されたアクティブ領域及びパッシブ領域を有する半導体材料の細長く延在する薄膜と、

前記薄膜のアクティブ領域内で、前記 2 次高調波の周波数 $2 \omega_0$ の半分の周波数を有し前記薄膜のアクティブ領域及びパッシブ領域の両方を伝搬する放射の放出を励起する手段と、

前記薄膜の外側に配置され、前記励起された放射の一部を前記薄膜のアクティブ領域及びパッシブ領域を経て前後に反射させる反射手段を持つ光学キャビティと、

前記薄膜と前記反射手段との間に配置され、前記励起された放射の周波数を 2 倍にする周波数増倍手段とを具える装置。

【請求項 2 7】 請求項 2 6 に記載の導波路装置において、前記周波数増倍手段が非線形光学材料の薄膜を含んでいる装置。

【請求項 2 8】 請求項 2 7 に記載の導波路装置において、前記非線形光学材料が有機材料である装置。

【請求項 2 9】 請求項 2 7 に記載の導波路装置において、前記非線形光学材料の薄膜が前記半導体材料の薄膜のパッシブ領域に隣接して配設されている装置。

【請求項 3 0】 請求項 2 9 に記載の導波路装置であって、前記励起された放射を前記半導体材料薄膜と前記非線形光学材料薄膜との間で効率的に結合するための光学的结合手段を有する装置。

【請求項 3 1】 請求項 3 0 に記載の導波路装置において、

前記光学的结合手段が前記半導体材料の薄膜のパッシブ領域の一方の表面上のブレースされた回折格子と、

前記非線形光学材料の屈折率よりも低い屈折率をもち、かつ、前記ブレースされた回折格子と前記非線形光学材料薄膜との間に配置された光学層とを含んでいる装置。

【請求項 3 2】 請求項 3 1 に記載の導波路装置において、前記ブレースされた回折格子が、前記半導体材料薄膜と前記非線形光学材料薄膜との間で前記励起された放射を結合し、別の周波数の放射を透過させるように適合されている装置。

【請求項 3 3】 請求項 3 0 に記載の導波路装置において、前記回折用格子が前記半導体材料薄膜と前記非線形光学材料薄膜との間で前記励起された放射を結合し、別の周波数の放射を透過させるように適合されている装置。

【請求項 3 4】 請求項 2 7 に記載の導波路装置において、前記反射手段が、前記非線形光学材料薄膜の表面に形成され、かつ、前記励起された放射を反射し前記周波数 $2 \omega_0$ の 2 次高調波を透過するに十分な格子ピッチを有する回折用格子を有している装置。

【請求項 3 5】 請求項 3 4 に記載の導波路装置において、前記反射手段が、前記 2 次高調波の周波数の放射を、前記非線形光学材料の薄膜内に形成されたリッジ型導波路に向けて反射する反射器スタックをさらに含んでいる装置。

【請求項 3 6】 請求項 3 4 に記載の導波路装置であって、前記回折用格子によって、前記非線形光学材料薄膜を経て前記回折用格子に向けて反射された周波数 ω_0 の誘導放射によって発生された周波数 $2 \omega_0$ の放射を反射するための、前記回折用格子から離隔した手段を有する装置。

【請求項 3 7】 請求項 3 4 に記載の導波路装置において、前記回折用手段が前記予め定められた周波数 $2 \omega_0$ を反射するに十分な格子ピッチを有する回折用格子を含んでいる装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、集積化された電気光学導波路型の読取り／書込み光ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】 光ディスクに記憶された情報を再生するために使用されるバルク光ピックアップヘッドは広く知られている。この種装置の動作原理を簡潔に述べると以下の通りである。レーザダイオードからの偏光された光は平行光にされ、偏光ビームスプリッタ (PBS) 及び $1/4$ 波長板を通過する。円偏光した光は対物レンズにより光ディスクの情報記録面に集束される。情報はトラックに沿って位置するピットとランド区域の形態で符号化されている。ディスクが回転すると、反射光の強度はこれらピットとラン

ド区域からの反射により変調される。この変調は最終的に検知され、データ信号を発生させるために使用される。さらに、反射光の分布はディスクの振れによるデータトラックの動きにより修正され、最終的にトラッキングエラー信号 (T E S) を発生するために使用される。この反射光は次に対物レンズにより再び平行光にされる。再平行化の程度は、ディスクが回転する時の光ディスクの反射面の公称焦点からの変位に直接関連するため、この平行化を測定してフォーカスエラー信号 (F E S) を発生させる。円偏光の検出は光ディスクの反射により反転し、符号化された光は $1/4$ 波長板を 2 度目に通過することにより元の偏向状態と直交する方向の直線偏光となる。この光の偏光状態は、この光が P B S によって T E S 信号、F E S 信号及びデータ信号を再生する検出器段に向かって反射されることによる。T E S 信号及び F E S 信号は増幅され、各々対物レンズに取り付けられている電気機械式トラッキングアクチュエータ及びフォーカスアクチュエータを駆動するために使用される。これら閉ループのサーボ系は、ディスクの回転に伴ってトラッキングエラー及びフォーカスエラーの両方を一定に維持する。

【 0 0 0 3 】部分的及び全体的に集積化された光ヘッドが最近提案されている。これ等の装置においては、バルク光ヘッドの従来の光学的及び電気機械的素子は少なくとも一部は各々プレーナ型導波路の光学的及び電気光学的素子に置き換えられている。これ等の集積化された光装置はバルク光装置よりも本質的に質量が小さく体積や形状が小さく、しかも I C 方式の処理技術を用いて大量生産できる。このため、性能の改善や従来のピックアップヘッドと比較してより低い製造コストの可能性が求められている。他方、集積化された光ヘッドは、光ピックアップヘッドを規定する 1 あるいは 2 以上の主要な構成部材、すなわち、

- a) 光ディスクの情報記録面上の回折限界スポットに集束するコヒーレント光の放射源、
- b) ディスクから戻る変調された光を再生する手段、
- c) 光ディスクから戻る変調された光の光源から来る光からの分離、
- d) T E S 信号、F E S 信号及びデータ信号の検出手段、
- e) ディスクの変動によるフォーカスエラー及びトラッキングエラーを補正するためのアクチュエータ手段、そして、読取り／書込みヘッドの場合には、
- f) 書込み動作中の光源の強度を変調する手段を備える必要がある。

【 0 0 0 4 】トラッキング用アクチュエータ手段として音響光学的光偏向体が組み込まれている部分的に集積化された光ヘッドは、米国特許第 4,802,153 号及び Arimoto 他著「Waveguid Optical Deflector for an Optical Disk Tracking Actuator Using a Surface Acoustic Wa

ve Device」(Applied Optics, 1990 年 1 月 10 日発行、247 ~ 250 ページ)に開示されている。残念なことに、これ等の素子は両者とも表面音響波 (S A W) 変換器を駆動するために比較的高出力の r f 発生器を必要とする。さらにこれ等の素子は S A W 偏向と r f ノイズ発生器とに対して応答時間が比較的遅いという欠点がある。これ等の素子は一部集積化されているが、T E S 信号、F E S 信号及びデータ信号を検出する手段またはトラッキング動作及びフォーカス動作のための手段を備えていない。そのため、完全な光ピックアップヘッドを形成するために、追加のバルク光学的及び機械的素子が必要とされる。

【 0 0 0 5 】全面的またはほぼ全面的に集積化されたピックアップヘッドは、日本特許公開第 263350 号 (1985 年 12 月 26 日) 及び米国特許第 4,991,919 号に開示されている。これ等の装置は両者とも 2 個の別個の湾曲しブレーズされた回折格子を持つことに特徴がある。第 1 の回折格子はプレーナ型導波路からの光と結合し、その光を外部のバルク対物レンズを必要とせずに光ディスクに集束させる。光がプレーナ型導波路に戻る場合、光を導波路に入射させる第 2 の回折格子に入射するような角度で、光はディスクから反射される。ブレイジングは光が導波路の基板モードに結合される可能性を取り除く。前者の特許で開示された装置には次のような欠点がある、すなわちフォーカス回折格子出射カップラによって形成されるスポットの品質が、フォーカス回折格子形カップラの分散特性によるレーザダイオードの波長シフトに極めて敏感であることである。後者の特許に記載されている装置には、光源を分離しないという欠点がある。後者の装置も直線偏光を同心円的な円偏光に変換できる独特な偏向子を必要とするので複雑である。いずれの装置も電気光学的偏向または変調ができない。

【 0 0 0 6 】ヨーロッパ特許第 0,174,008 号は、単結晶の LiNbO₃ のような電気光学的導波路による完全に集積化された光ヘッドを開示している。整形された表面電極構造体により、電気光学的なフォーカスアクチュエータ及びトラッキングアクチュエータ機能が設けられている。この装置には、表面電極構造体を必然的に離さなければならないという欠点がある。LiNbO₃ のような材料の大きさの電気光学係数が与えられる場合、これはこれら表面電極間の電気光学的導波路領域の中に、感知しうる程の偏向を形成するに十分なフリンジフィールドを得るためには、非現実的な程の大きな電圧が必要とされることを意味する。この装置の考えにも前に述べたのと同様の困難がある、すなわち光ディスク上に集束したスポットの品質が、レーザダイオードの波長の変動とフォーカス回折格子形カップラの分散特性とに極めて敏感であることである。

【 0 0 0 7 】レーザのキャビティ内に非線形光学材料を使用して、基本波長での誘導放射を 2 次高調波の放射に

変換することは周知である。この種用途に一般に使用される非線形光学 (NLO) 材料は、燐酸二水素カリウム (KDP)、チタニル燐酸カリウム (KTP)、燐酸二水素アンモニウム (ADP)、ニオブ酸リチウム (LiNbO₃) またはタンタル酸リチウム (LiTaO₃) のような無機の単結晶である。この種装置は一般にバルク状であり、製造コストが高い。従って言うまでもなく、NLO の材料を組み込み、かつ、基本波長の 2 次高調波の発生 (SHG) によって可視放射を行うレーザダイオード構造体を有する小型の光読取り／書き込み装置を備えることが強く望まれている。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】本発明は、NLO 有機分極性ポリマの薄膜またはいずれかの非線形光媒体の薄膜を組み込んだ新規な集積化された光ヘッドを使用することによって、上述した問題点を解決するものである。例えば、Langmuir-Blodgett 社の有機薄膜あるいは KDP、KTP、ADP、LiNbO₃、LiTaO₃ 等のような無機材料の薄膜を、NLO 有機分極性ポリマーに置き換えて使用することができる。材料の形状が導波路状の伝搬を可能にする場合、NLO 有機材料の全性能が実現される。NLO 有機フィルムの非線形光学特性を利用して、2 次高調波の発生及び線形の電気光学効果の両方が得られる。これ等の材料から成る薄膜は、同一の基板上に多種の装置を集積することを可能にするという設計の自由度を与えることができる。このような薄膜は、シリコンまたは GaAs のような基板上に堆積され、かつ、プレーナ型あるいはチャンネル型導波路に形成されることが可能であるため、非線形光学的 (すなわち、2 次高調波の発生、電気光学的トラッキング及び電気光学的変調) 及び光電子的 (すなわち、レーザ処理及び光検出) 機能の集積化を可能にする。NLO 有機材料は、最良の無機電気光学材料に等しいかあるいは勝る電気光学係数を有することができる。プレーナ型電極をこれら薄い非線形光学フィルムのいずれかの側に配設すれば、NLO 材料の比較的大きな電気光学係数と相まって、比較的低い駆動電圧で動作する偏向器、移相器、モード変換器及び変調器のような均一な電界の電気光学導波路用装置の設計が可能となる。

【 0 0 0 9 】 2 次高調波の発生のような非線形光学機能や線形電気光学効果は、パワー密度を高くすればするほど一層効率が上がる。導波路状の構造体は、損失のない媒体の場合は、理論的には無限の径路にわたって、横方向が波長のオーダの寸法に規制された光学的パワーを保持する可能性を示す。導波路形態の他の利点は、所定の基本波長に対して、周期的に分極する疑似位相整合回折格子を使用することによって、または、層及び／または基板の厚さや屈折率のような導波路に固有の特性と一緒に、または、別個に適合させて、基本波及び 2 次高調波の誘導モードの実効屈折率を制御することによつ

て、基本波と 2 次高調波の誘導モードとの位相整合を事実上保証にすることが可能となることである。

【 0 0 1 0 】 集積化された光ピックアップヘッドに組込式の SHG 機能を持たせることは、光ディスクの情報記録密度は情報を書き込むために使用する放射光の波長の逆自乗で増加するため、先行技術の素子に対して大きな利点となる。SHG を集積化することにより、位相整合条件が満たされる基本波長でのみ変換が起こり、これは SHG 光の波長はレーザダイオードの変動に対して影響を受けないことを意味するという別の利点を得られる。湾曲したフォーカス回折格子形カップラの代わりに線形回折格子形カップラを使用することにより波長が安定するために、ディスクの表面に集束したスポットの変動と劣化が取り除かれる。

【 0 0 1 1 】 NLO の材料を含み基本波長の 2 次高調波による可視放射光を発生させる小型のレーザダイオード構造体を有することが好適である。レーザの伸長したキャビティに SHG の機能を包含することは、非線形チャネル型導波路において基本放射が複数通過することを可能にするため、SHG の変換効率の改善に役立つ。さらに、集積化された電気光学式変調器の機能のために、レーザ駆動電流を直接変調する必要性や関連する不安定な要因なしに、光ディスク上に書き込み可能となる。

【 0 0 1 2 】 本発明の他の特色、目的、特徴及び利点は、次に続く好ましい実施例と添付した特許請求の範囲の詳細な説明を精査し添付の図面を参照することによりさらに明瞭に理解し評価されよう。

【 0 0 1 3 】

【実施例】本発明の集積化された電気光学導波路装置は、共通基板上にモノリシックに形成した多数の光学素子及び電子素子により特徴づけられる。この基板は GaAs、シリコン、ガラスまたは他のいかなる絶縁材料とすることができる。シリコンまたは GaAs のような半導体基板の場合は、電子部品を基板に直接集積化することができる。GaAs の場合は、レーザダイオードも同様に基板に集積化できる。さらに、半導体基板は局部的に高濃度にドーピングして、電気光学部品用に下部電極を形成することができる。他方、これら半導体基板は低い屈折率の透明なバッファ層でコートし、導波路層中を伝搬する光の過度な伝搬損失を防止しなければならない。これらバッファ層の厚さは典型的には 2 ~ 10 ミクロンであり、熱成長させた SiO₂ (シリコン基板の場合)、高周波スパタリングした SiO₂ または低い屈折率の有機ポリマーから作ることができる。電気光学装置のために下部金属電極が堆積されている部分を除いて、低屈折率のガラス基板に対してはバッファ層を必要としない。

【 0 0 1 4 】 非線形光学 (NLO) 有機ポリマーは、第 1 のバッファ層上にスピンコートされる。好適な電気光学ポリマーは、高い 2 次分極感受率を呈すると共にレーザダイオードの基本波及び 2 次高調波波長の両方に透過

性を有する。この種ポリマーは米国特許第4,792,208号、第4,948,225号及び第4,955,977号で開示されている。NLO層の厚さは、2次高調波波長(すなわち、0.2~2ミクロン)において単一モードが伝搬する厚さである。NLOフィルムにおける各種のチャネル型、リッジ型及びプレーナ型導波路は写真平版的に規定でき、リアクティブイオンエッチング(RIE)処理によって形成できる。あるいは、米国特許出願第864,268号で教示されたシャドウマスクとエキシマーレーザを使用する直接的レーザ除去(ablation)技術はこの目的に使用でき、その開示を本願の内容として援用する。

【0015】図1を参照するに、レーザダイオード10からの波長 λ_1 の赤外光は、集積化された電気光学的導波路装置部分100の一部であるTEモードのリッジ型導波路に入射され、部分100においては、リッジ型導波路60を形成するために使用する非線形光学特性を利用して、電気光学的変調と2次高調波の発生との複合され機能を達成する。集積回路730は、接続ライン733及び734を介して、変調のための駆動信号を与える。集積回路730に対する外部変調データ、クロック信号及び電源の接続は、各々コネクタ831、832及び833を介して行われる。波長 $\lambda_2 = \lambda_1 / 2$ の2次高調波光は、リッジ型導波路160を経てリッジプレーナ型導波路部分200に伝搬する。この部分では、光はリッジ型導波路160からプレーナ型導波路260へ入射し、90度反射され、TE偏光からTM偏光に変換され、ビーム230へと拡大される。

【0016】拡大された導波ビーム(guided beam)230は、ビーム偏向器部分300へ入射する。このビーム偏向器部分では、バッファ層340が電気光学的プレーナ型導波路層260上に形成されているため、層260はバッファ層340および40の間に挟まれる。バッファ層340の上部に配置されている離隔されたプリズム状電極320及び322と、バッファ層40に対向して下側でかつプリズム状電極320及び322の直ぐ下側に形成されているアース用面電極321(図8参照)との間に印加された電圧によって、フィルム260の面に垂直な電界が電気光学的プレーナ型導波路260内に発生する。

【0017】共に出願中の特許出願第916,422号に開示されているように(この開示を本願の内容として援用する)、TMモードに偏光された導波ビーム230は、表面電極320及び322によって規定されている離隔されたプリズム状区域内の屈折率変化によって偏向される。この屈折率の変化は、TMモードに偏光された光と電気光学的導波路260に印加された電界との相互作用によって誘導される。導波ビーム230は、波面センサ部分600から集積回路720を経て帰還されるトラッキングエラー信号にตอบสนองして、ビーム偏向器部分300によって偏向される。ライン721及び722は集積回

路720と電気光学的ビーム偏向器部分300の離隔したプリズム状電極との間を接続し、ライン723はこの偏向器のアース用面電極321に電気的接続を与える。TESサーボ信号はパッド821を介して外部からモニタされ、電源及びクロック信号はパッド822及び823を介してチップ720に伝送される。

【0018】さらに図1を参照するに、導波ビーム430はビーム偏向器部分300からデュアル型回折格子カップラ部分400へと伝搬する。デュアル型回折格子カップラ部分400は、一方が他方の上方にあり、バッファ層340で分離されている2個のプレーナ型導波路260及び460から成る。ビーム330は、導波路フィルム260上に形成されているブレードした出射用回折格子カップラによって下側の導波路260に出射する。光ディスクの表面から反射された後、上部導波路460上に形成されたブレードされた(blazed)入射用回折格子によって、光は上部導波路460の導波ビーム430に結合する。導波ビーム430は、導波路反射器部分500により導波ビーム530として反射される。このビームはマッハツェンダー干渉計型波面センサピックアップ部分600に入射する。この波面センサピックアップ部分600の構成と動作は、共に出願中の特許出願第913,579号に開示され、その開示を本願の内容として援用する。

【0019】導波路コンデンサレンズ644は入射ビーム530の一部を捕らえ、ビーム630に集束する。rf信号は、ビーム630の焦点に配置されている集積化された光検出器によって再生される。この光検出器の出力は接続線712によって集積回路710に電気的に接続する。米国特許出願第913,579号で開示されているように、マッハツェンダー干渉計型波面センサピックアップ部分600はFES信号及びTES信号に変換される信号をも与える。これらの信号は集積回路710に接続線711、713、716及び717によって電気的に接続されている。

【0020】集積回路710は、TES信号及びFES信号を発生するための信号増幅および調整機能を備えている。rf出力、TES信号及びFES信号は、それぞれ、接続パッド811、812及び813によって、外部でモニタされる。接続パッド814と815は集積回路710に電源とクロック信号を供給する。接続線714、715及び716は、それぞれ、基準信号、TES信号及びFES信号を集積回路720に与える。この集積回路720は今度は駆動電圧を電気光学的偏向部分300に与えて、トラッキングエラーを補償し、これによりサーボループが完成する。

【0021】マッハツェンダー干渉計のバイアスオフセット調整用信号も、集積回路710によって供給されるTES信号、FES信号及び基準信号にตอบสนองして、接続線724、725、728及び729を介して集積回路

10

11

20

30

40

50

720によって与えられる。これらのバイアスオフセット用信号を使用して、波面センサビックアップ部分600の各マッハツェンダー干渉計の腕部において、電気光学的に誘導される位相シフトを調整する。この位相シフトの調整は、干渉計が線形領域で動作することを保証するために必要である。

【0022】図2は本発明による集積化され光ヘッド部分の詳細な平面図であり、それは伸長されたキャビティレーザを表しており、2次高調波の発生および光変調を提供する。基本波長で放射する伸長されたキャビティレーザは、アクティブゲイン段10から形成されており、それは背面反射器、伸長された光学キャビティ段14及び分布型ブラッグ反射器(distributed Bragg reflector)段21をも含んでいる。アクティブゲイン段10はNLO材料から形成するリッジ型導波路60に結合されている。バッファ層18は、NLOリッジ型導波路よりも屈折率が低く、厚さが0.5〜5ミクロンで、幅が10〜1000ミクロンであり、ポリメタクリル酸メチルのような材料で形成される。この層はNLOリッジ型導波路を表面電極36及び37から光学的に分離するように作用する。これらの電極は、写真平版的パターンニング手法によって、金またはアルミニウムの厚さが0.1〜0.3ミクロンのフィルムで形成されている。

【0023】電極36及び37は、NLOリッジ型導波路を周期的に分極させるために使用される。米国特許第5,058,970号は周期的に分極される構造体を組み込んだ非線形導波路装置を開示している。この装置においては、ドメインが導波路面に直交する方向に分極され、したがって、TMモードで偏光された光を用いてSHGに最も効率的になるように、電界が印加される。しかしながら、本発明においては、図3に示されているように、電極36および37のフリンジング電界(fringing field)66によって周期的な分極が行われる。図3から分かるように、分極の方向は基板面に平行である。このため、TEモードに偏光した光は、周期的に分極される構造体によって、基本波長から2次高調波波長まで最も効果的に結合される。アクティブなレーザダイオード区域10から放射する光は主にTE偏光波である。

【0024】NLOポリマーに対する分極方法は、このポリマーをガラス遷移の直前まで加熱し直流電圧を分極用パッド836及び837間に加えることによって達成される。このポリマーは電界を印加したまま室温まで冷却され、その後電界は除去される。周期的に分極される区域100の全長は、典型的には、1乃至30mmであり、ドメインの周期は疑似位相整合(quasi-phase matching)条件で与えられる。

【0025】

【数1】

$$\Lambda_{SHG} = \frac{\lambda_B}{N_B - N_R} \quad (1)$$

【0026】ここで、 λ_B は2次高調波放射の波長であり、 N_B 及び N_R は各々2次高調波と基本波の導波モードの実効屈折率である。 Λ_{SHG} の範囲の典型的な値は1から10ミクロンである。

【0027】電気光学的変調機能は、周期的な電界を加えて分極するために使用するのと同じの電極を使用し、NLOチャネル型導波路における線形の電気光学的効果を利用することによって得られる。この場合、電圧駆動信号は図2に示す接続線734及び733を介して集積回路730によって供給される。印加電圧によって誘導される周期的に変化する電気光学的位相シフトは、式

(1)に示した疑似位相整合条件からずれが生じてしまい、そして、Mirによって同時に出願された米国特許出願第953925号(この開示を本願の内容として援用する)の中で教示されているように、2次高調波の出力が減少してしまう。このため、2次高調波光の強度は、電圧を電極36及び37間に印加すると、最大値からゼロまで変化することとなる。

【0028】周期的にフリンジする区域及び分極されたドメインが均一、かつ、基板の面に平行であり、さらに、印加電圧がゼロのとき、式(1)が満足されるという単純化した仮定をする場合、直接的に示すとSHGをオフするために必要な電圧はほぼ式(2)で与えられる。

【0029】

【数2】

$$V_{OFF} \equiv \left[\frac{2G}{(n_B)^2 r_B - (n_R)^2 r_R} \right] \frac{\lambda_B}{L} \quad (2)$$

【0030】ここで、Gは掌状の電極36の電極指部と電極37との間の間隙であり、Lは周期的に分極される区域100の長さであり、 n_B 及び n_R は各々2次高調波及び基本波の波長に対するNLO材料の屈折率であり、 r_B 及び r_R は各々2次高調波及び基本波の波長に対するNLO材料の線形電気光学係数 r_{ij} である。式

(2)は導波された光学的フィールド(guided optical field)がリッジ型導波路によって十分に規定されると仮定している。導波された光学的フィールドがリッジ型導波路により十分に規定されない場合、項 $(n_B)^2 r_B$ 及び $(n_R)^2 r_R$ は、Lより小さく、かつ、リッジ型導波路の場合、それぞれ、2次高調波と基本波の導波モードに対する光学的フィールドのオーバーラップに対応する係数を乗算されることが必要となる。一例として、式(2)で計算した V_{OFF} は、Gが5ミクロンであり、 λ_B/L が 10^{-4} である場合約12ボルトであり、そして、 $((n_B)^2 r_B - (n_R)^2 r_R) = 82 \text{ pm/V}$ となる。

【 0 0 3 1 】 図 4 (a) 、 (b) 及び (c) は、図 2 の線 B - B に沿った断面図であり、本発明の三つの相異なる実施例である。これら三つの図面は、伸長されたキャビティレーザ内に N L O 型導波路の 2 次高調波発生器 1 0 0 を含む別の手段を表している。図 4 (a) に示すように、アクティブゲイン段 1 0 で発生された光はリッジ型導波路 6 0 に入射し、基本波の波長は分布型ブラグ反射器段 2 1 で反射する。参照番号 6 3 は N L O リッジ型導波路 6 0 内の反射された基本波ビームを表している。この基本波ビームはアクティブゲイン段 1 0 に戻り、そこで増幅されて N L O リッジ型導波路へと反射される。参照番号 6 1 は伸長されたキャビティレーザ内で共振している基本波の波長を表している。基本波が周期的に分極される N L O リッジ型導波路を前後に伝搬するので、この光の一部が 2 次高調波に変換される。この光放射は、回折格子段 2 1 の回折格子 3 0 R に向かって伝搬するか、あるいは、分布型ブラグ反射器型の回折格子 3 0 B のいずれか一方に伝搬する。

【 0 0 3 2 】 2 次高調波が分布型ブラグ反射器型の回折格子 3 0 B に向かって伝搬する場合、この光は参照番号 6 2 で示すように回折格子 3 0 R に向かって反射される。回折格子 3 0 R に入射する 2 次高調波はこの回折格子により N L O リッジ型導波路 6 0 から出射し、透明な誘電体の反射器スタック 5 5 及び 5 6 によって N L O リッジ型導波路に向かって反射され、回折格子 3 0 R によって N L O リッジ型導波路 6 0 に再入射する。参照番号 5 1 及び 5 2 は各々反射器スタック 5 5 及び 5 6 によって反射された 2 次高調波を示す。参照番号 6 4 は、N L O チャネル型導波路 6 0 と再結合し、リッジ型導波路 6 0 と 1 6 0 との間のテーパ付きカップラ 1 1 0 に再入射する 2 次高調波を示す。

【 0 0 3 3 】 図 4 (a) は、バッファ層 4 0 とバッファ層 1 8 との間に形成されたリッジ型導波路 6 0 を有する基板 3 2 上に堆積されたバッファ層 4 0 を示している。リッジ型導波路 6 0 とバッファ層 1 8 はリアクティブイオン・エッチング法 (R I E) により面 6 7 に沿ってスムーズに端処理されている。アクティブゲイン段 1 0 は GaAs 基板上に成長されて形成される。フロント面をへき開処理し、反射防止コーティングし、そして、バック面をへき開処理し、反射コーティングした後、レーザダイオードがエピタキシャル剥離技術によって取り除かれ、基板 3 2 上に堆積されているチタン・タンゲステン／金の底部接続層 4 7 上に配置される。このエピタキシャル剥離技術は、L. Buydens 他著「GaAs/AlGaAs Multiple-Quantum-Well Vertical Optical Modulator on Glass Using the Epitaxial Lift-Off Technique」(Optical Letter, 1991 年 6 月 15 日、第 16 巻第 12 号、916 ~ 918 ページ) において教示されている。アクティブゲイン段 1 0 はレーザがリッジ型導波路 6 0 と整列するように位置決めされている。接続線 7 3 5 及び 7 3 6 を介して金

属接点層 4 6 及び 4 7 に電気接続が行われる。

【 0 0 3 4 】 回折格子 3 0 B 及び 3 0 R は、N L O 型導波路層 6 0 の堆積に先立ってホログラフ的平版印刷によって形成されたパターンを使用して、各々、バッファ層 4 0 及び誘電体の反射器スタック 5 6 にイオン打ち込みを行うことによって形成される。回折格子 3 0 R は、式 (3) で与えられる格子ピッチを有する基本波のための伸長された光学キャビティの分布型ブラグ帰還反射段 2 1 を形成する。

【 0 0 3 5 】

【 数 3 】

$$\Lambda_R = \frac{\lambda_R}{2N_R} \quad (3)$$

【 0 0 3 6 】 ここで、 $\lambda_1 = 2 \lambda_1$ は基本波長である。 λ_1 を 830 nm、 N_1 を 1.6 とすると、数式 3 から $\Lambda_1 = 259$ nm の値が得られる。回折格子 3 0 B は反射形回折格子として機能し、2 次高調波をアクティブなレーザダイオード 1 0 から受光用リッジ型導波路 1 6 0 に向けて反射する。回折格子 3 0 B のピッチは式 (4) で与えられる。

【 0 0 3 7 】

【 数 4 】

$$\Lambda_B = \frac{\lambda_B}{2N_B} \quad (4)$$

【 0 0 3 8 】 式 (4) を用いて、 λ_1 が 415 nm で N_1 が 1.7 の場合、 $\Lambda_1 = 122$ nm の値が得られる。2 次高調波の波長の放射だけが回折格子 3 0 B で反射される。その理由は、この回折格子のピッチは極めて微細なため、基本波の波長の放射に作用できないためである。従って、基本波の波長の放射は戻ってアクティブゲイン段 1 0 に入射し、伸長されたキャビティレーザが完成することになる。

【 0 0 3 9 】 不都合なことに、回折格子 3 0 R のピッチのために、2 次高調波における放射がリッジ型導波路 6 0 から出射し、上部バッファ層 1 8 及び下部バッファ層 4 0 に入射する。チャネル型導波路 6 0 から出射した光は基板の面にほぼ直角となる。この角度は式 (5) で与えられる。

【 0 0 4 0 】

【 数 5 】

$$\sin \theta_{buf} = \frac{N_B - N_R}{n_{buf}} \quad (5)$$

【 0 0 4 1 】 ここで、 θ_{buf} 及び n_{buf} は各々上部または下部バッファ層のいずれかの層の基板と直交する角度に対する光の角度及び屈折率であり、 N_1 及び N_2 は前に定義したものと同様である。前に与えられた N_1 及び N_2 の値を使用し n_{buf} を 1.47 とすると、 θ_{buf} の値は

式(5)に従って3.9度となる。従って、透明な薄膜の誘電体反射器スタック55及び56は、各々NLO導波路60の上側または下側に形成する必要がある。反射器スタック55は、反射器スタック56上に直接形成されている回折格子30Rの真上に位置決めされる。リッジ型導波路60には区域110で厚さが徐々に薄くなり、リッジ型導波路160となることは理解されよう。リッジ型導波路160は2次高調波長ではシングルモードの放射であることが必要である。

【0042】図4(b)は、伸長されたレーザキャビティの別の実施例を示し、本例ではエピタキシャルの剥離により形成したアクティブレーザダイオード段10が整列結合形アクティブレーザダイオード段10'に置き換えられる。図4(a)を参照して説明した第1の実施例の場合と同様に、アクティブゲイン段10'はへき開処理し反射防止コーティングしたフロント面とへき開処理し反射コーティングしたバック面とを有する。伸長されたキャビティの端面67'/2次高調波段14'は、研磨法及び/またはリアクティブイオンエッチング法の手段によってスムーズとなるように形成される。

【0043】図4(c)は、伸長されたキャビティのレーザダイオード/2次高調波発生器/変調器のさらに別の実施例を示し、本例ではアクティブゲイン段10"及び光学キャビティ伸長された部14"が共に単一のGaAs基板32"にモノリシックに形成される。さらに、アクティブゲイン/バック面反射器段10"はパッシブなAlGaAsチャネル型導波路段70と結合する。このAlGaAsチャネル型導波路段70は次にブレースされた回折格子を使用する方向性カップラ段20によってNLOリッジ型導波路60"と結合する。この伸長された光学キャビティは分布型ブラグ反射器段21"で完成することになる。

【0044】基本波の波長の光はアクティブゲイン段10"から71で示すようにパッシブなAlGaAs導波路70へと伝搬する。この光は次にブレースされた回折格子を使用する方向性カップラ58の手段によって、NLOチャネル型導波路60"に入射する。63"で示すように、回折格子30R"で反射された後、基本波はAlGaAsのパッシブなチャネル型導波路70に戻りゲイン段10"に入射する。このゲイン段10"でこの光は増幅され、伸長されたキャビティ方向へ反射される。参照番号72で示すように、基本波は周期的に分極するNLOリッジ型導波路内で前後に共振するので2次高調波が発生し、この2次高調波は参照番号62"で示すように分布型ブラグ反射器30B"で反射されるか、または回折格子30R"及び反射器スタック55と56とによってNLOリッジ型導波路60"に入射するかのどちらかである。参照番号64"は部分100を射出する2次高調波光の出力を示す。

【0045】例えば、アクティブゲイン段10"はグレートインデックス形分離コンファイメント式ヘテロ接合の単量子井戸(GRINSCH-SQW)構造体、多量子井戸構造体またはチャネル化基板プレーナ型大型光学キャビティ(CPS-LOC)でよく、あるいは、外部導波路を有する横方向接合ストライプ型レーザでも可能である。同一の構造体がアクティブゲイン段10"と区域14"のパッシブなポンピングなしのチャネル型導波路70との両方に使用される場合、ポンピングなしのパッシブなチャネル型導波路70は過多の光損失を呈示することに注意することが重要である。他方、区域14"のパッシブなチャネル型導波路70におけるバンドギャップを修正して、この区域における損失を減少させることは可能である。R.L.Thornton他著「Monolithic Waveguide Coupled Cavity Lasers and Modulators Fabricated by Impurity Induced Disorder」(J. Lightwave Technology、第6巻第6号(1988)、786~792ページ)、K.Meehan他著「Disorder of an AlGaAs-xAs-GaAs Super Lattice by Donor Diffusion」(Appl. Phys. Lett.、第45巻(1984)、549~551ページ)、および、R.L.Thornton他著「Optoelectronic Device Structures Fabricated by Impurity Induced Disorder」(J. Crystal Growth、第77巻(1986)、621~628ページ)は、多量子井戸ゲイン区域から成る埋込式アクティブチャネル型導波路段が、シリコン不純物注入ディソオーダーリング法(Si-ID)によってパッシブなチャネル型導波路段に変換される手段を教示している。明らかにこの種方法はGRINSCH-SQW構造体にも同様に適用できる。

【0046】図4(c)に示すアクティブゲイン段10"は典型的なGRINSCH-SQW構造体を示す。これは上述した多数の使用可能なアクティブからパッシブなAlGaAsチャネル型導波路構造体の中の唯1の例を示すに過ぎないことは理解されよう。他には多量子井戸ヘテロ接合体、CSO-LOC型構造体及び外部パッシブな導波路を有する横方向接合ストライプ型レーザ構造体がある。GRINSCH導波路層41は、n型GaAs基板32"上に形成されたn型AlGaAsクラッド層40"上に示す。GRINSCH導波路層内に埋め込まれた層は、アクティブなGaAs量子井戸層42である。GRINSCH導波路層41の上側にp型AlGaAsクラッド層44がある。GRINSCH導波路層は、厚さがわずかに10~20nmのアクティブ層42を有し、典型的には厚さが0.2~0.8ミクロンである。n及びpのクラッド層40"及び44の厚さは、典型的には1ないし2ミクロンである。p型クラッド層44の上側には、厚さが約0.1ないし0.5ミクロンのp+GaAs接点層48がある。金-ゲルマニウム/ニッケル接続層46"を層48上に堆積する。基板32"を局所的にn+ドーピングすることによって、電氣的接点アクティブゲイン段10"の底部に形成され

る。

【0047】パッシブな導波路領域14"は、アクティブゲイン領域10"からAlGaAs導波路70のポンピングなしのパッシブ領域14"へと結合する領域である結合領域22を含む。アクティブゲイン領域10"内を伝搬するビームの光エネルギーは、典型的には数10ミクロンのむしろ波長の短いレーザに限定する。ディスオーダーなAlGaAs導波路70に注入された不純物は、アクティブゲイン領域10"からパッシブ領域70への最大結合効率を達成するように設計する。アクティブからパッシブへの結合領域22は、図4(c)に示すように2個の独立する導波路を含む。リッジ型導波路60"はNLO有機材料から成り、このリッジ型導波路60"の下側にSiO2または他の透明な低屈折率の材料から成り、厚さが0.1~5ミクロンのバッファ層28がある。この低屈折率の層28は、NLO導波路をパッシブなAlGaAsチャネル型導波路段70から分離する。

【0048】パッシブな導波路領域14"は、ブレイズされた回折格子を使用する方向性カップラ段20も含む。結合領域20はブレイズされた回折格子を使用する非同相の非対称導波路から作られる方向性カップラの一例である。この種回折格子は大きくミスマッチする導波路70及び60"間を結合するために必要である。同様の回折格子使用の方向性カップラは、D. Marcuse 著「Directional Couplers Made of Nonidentical Asymmetric Slabs, Part II」(Journal of Lightwave Technology, 第LT-5巻第2号(1987)、268~278ページ)で説明されている。この説明によると、チャネル型導波路70からリッジ型導波路60"への光または逆の方向への光の結合効率を100%にするために必要な回折格子58の波長は、各種の層特にバッファ層28の厚さと屈折率とに依存する。結合効率を100%にするための回折格子長の典型的な値は、0.5mmから5mmの範囲である。インピーダンスマッチングを達成するために必要な回折格子58のピッチは式(6)で与えられる。

【0049】

【数6】

$$\Lambda_{DC} = \frac{\lambda_R}{N_R^{70} - N_R^{60}} \quad (6)$$

【0050】ここで、 N_R^{70} 及び N_R^{60} は、各々パッシブなチャネル型AsGaAs導波路70及びNLOリッジ型導波路60"における誘導基本モード光の実効屈折率である。

【0051】一例として、 λ_R が830nm、 N_R^{70} が3.35、 N_R^{60} が1.6の場合、式(6)は回折格子58の格子ピッチの典型的な値を計算できる。この場合、 Λ_{DC} は474nmである。2次高調波はブレイズされた回折格子使用の方向性カップラ58によって、AlGaAsパッシブチャネル型導波路に入射しないことは理解されよう。式

(6)で与えられるこの格子ピッチは、一般に、2次高調波と結合するために必要なピッチに等しくはならないので、これは事実である。

【0052】ピッチ Λ_{DC} は十分に小さいのでブレイズしない回折格子58も光を基板に入射させるため、ブレイズした回折格子58の必要性が高まる。高効率のブレイズした回折格子は選択的に光を導波路から低屈折率のカバー領域へ向けることができ、僅かな光しか(あるとしても)高屈折率の基板領域に入射しないことは周知である。M. Masumoto著「Analysis of the Blazing Effect on Second Order Gratings」(Integrated Photonics Research Conference, Technical Digest, 第5巻ペーパーC-2(1990)、130~131ページ)に、100%に迫る効率が報告されている。本発明はブレイズされた回折格子使用の方向性カップラを使用し、僅かな光しかAlGaAsクラッド層40"に入射せず、光をディスオーダーなAsGaAs導波路70から低屈折率NLOリッジ型導波路60"に選択的に入射させる。回折格子のブレイズ角は、NLO導波路の実効屈折率がAlGaAs低屈折率クラッド層の屈折率より低い場合でも、ほぼ100%の光がNLO導波路に入射するように設計できる。このブレイズされた回折格子は、リアクティブイオンエッチングまたは化学的にアシストされたイオンビームエッチングを使用する有向エッチング法(directed etching)によって、ホログラフの印刷平版で形成できる。

【0053】図5を参照するに、n型AlGaAsクラッド層40"の上方にAlGaAsのGRIN SCH-SQW構造体41及び42が配置する。Si-ID処理の間、アクティブゲイン領域10"内の金-ゲルマニウム/ニッケル接点層46"はマスクとして作用し、GRIN SCH-SQW構造体41及び42の中央チャネルをシールドする。従って、アクティブ領域10"は、アクティブ層42がなお接触する(in tact)チャネル領域41を除いて、至る所がディスオーダー化される。シリコン不純物注入ディスオーダー領域75はこのシールドされた領域の外にある。

【0054】図6(a)、(b)及び(c)は、三つの別のNLO導波路構造体を示す。図6(a)において、NLOリッジ型導波路60"は、リアクティブイオンエッチングまたはUVレーザアブレーションの手段によって均一なNLOフィルムをパターン化することにより形成する。NLOのリッジの厚さは0.5~2ミクロンであり、幅は1~5ミクロンである。図6(a)には上部バッファ層18及び下部バッファ層40も示す。回折格子30Bは、NLOリッジ型導波路の形成と上部バッファ層の堆積に先立って、イオンを層40に注入したものである。

【0055】図6(b)において、プレーナNLOフィルム68がバッファ層40上に堆積され、回折格子30Bはこのフィルムに直接リアクティブイオンエッチング

するかまたはイオン注入する。リッジ 6 9 はフィルム 6 8 上にパターン化する。このリッジは屈折率が N L O フィルムの屈折率以下で、かつ、バッファ層 1 8 の屈折率よりも大きな材料で作る必要がある。このリッジは、例えば、N L O 材料それ自体、またはメタクリル酸ポリメチルで希釈した N L O 材料から作ることができる。このリッジの厚さは 0.05 から 1 ミクロンであり、N L O フィルム 6 8 内で下方に伝搬する光を横方向に規制する働きをする。

【0056】図 6 (c) は、伸長されたキャビティレーザ / 2 次高調波発生器 / 変調器は、モノリシック AlGaAs ディスオーダー構造体であることを示す。低屈折率 AlGaAs パッシブ導波路の場合、ディスオーダーリング処理はほとんど全ての層に作用し、部分的にディスオーダーリングされた領域は一部しか残らず、それが細いパッシブチャネル型導波路 7 0 に相当する。この場合、部分的にディスオーダーリングされたチャネル 7 0 と全体的にディスオーダーリングされた層 7 5 のバンドギャップは両方ともアクティブ層 4 2 のバンドギャップよりも低い。他方、部分的にディスオーダーリングされたチャネル 7 0 の屈折率は全体的にディスオーダーリングされた層 7 5 の屈折率よりも高い。これ等の特徴のため、チャネル型導波路 7 0 内の伝搬損失を低くできる。

【0057】パッシブ導波路領域 1 4" におけるディスオーダーリングは、図 5 に関連して述べたようにアクティブゲイン領域 1 0" におけるディスオーダーリングと同時に達成される。しかしながら、金属マスク層は、ディスオーダー領域がマスクの両側から拡散するパッシブ導波路領域にとって、より狭いものとなる。Si-IED 処理の後、パッシブ導波路 1 4" 上の金属マスク部はエッチング除去処理をする必要があるが、この金属マスクはアクティブゲイン領域 1 0" 上に残り、上部接点電極 4 6" (図 5 参照) として役立つことに注意する。ディスオーダーリング処理が終わり、金属マスクが除去された後、バッファ層 2 8 が層 7 5 の上部に堆積され、回折格子 3 0 B がホログラフ的平版印刷法及びイオン注入法によってパターン化される。N L O リッジ導波路 6 0 が、図 6 (a) に示した実施例の場合と全く同様に、リアクティブイオンビームエッチング法または UV レーザアブレーション法により、N L O 材料でできた均一なフィルムからこの層上に形成する。上部バッファ層 1 8 が次に N L O リッジ型導波路 6 0 の上部に堆積する。N L O リッジ型導波路 6 0 の幅は典型的には 1 ~ 5 ミクロンであり、高さは 0.5 ~ 2 ミクロンであるが、AlGaAs パッシブチャネル型導波路 7 0 は幅が 0.05 ~ 1 ミクロンで同じ寸法の深さを有する。あるいは、N L O 内のチャネル型またはリッジ型導波路を規定し、かつ、チャネル型導波路 7 0 における誘導光の通路が N L O 導波路と重なるいずれかの類似の方法または構造体を使用して、図 6

(a)、(b) 及び (c) に示す三つの構造体のいずれ

かと置き換えることができる。

【0058】図 4 (c)、図 5 及び図 6 (c) に示すインキャビティ型 SHG レーザダイオード / 変調器の実施例は、新規な素子を含むかそれ自体が新規な素子であり、そのため小型の青色光源として単独で評価できる。この場合、この素子は図 4 (c) に示す点線 8 0 に沿って終端する。さらにこの種独立した光源は、図 4 (b) のアクティブゲイン段 1 0' 及び伸長されたキャビティ段 1 4' と置き換えることができ、チャネル型導波路段 1 6 0' に直接縦形結合できる。この場合、図 1 に示す全面的な集積光ヘッド用の大きな GaAs 基板 3 2" を有する必要性はなくなる。青色変調光源を除く全面的な集積化された光ヘッドは、シリコンまたはガラスのような種々の基板上に形成できる。

【0059】図 7 はリッジプレーナ形カップラ段 2 0 0 の拡大した等角投影図である。この段では、リッジ型導波路 1 6 0 がプレーナ型導波路 2 6 0 の上部に配設される場合でも、回折格子形カップラがなければ、光はリッジに閉じ込められたままになるように、リッジ型導波路 1 6 0 を形成される。プレーナ型導波路 2 6 0 は 2 次高調波でシングルモードを維持するように設計され、これはこの導波路の厚さ (選択した N L O 材料の正確な屈折率の値による) は、0.1 ないし 1 ミクロンでなければならないことを意味する。回折格子形カップラ 2 1 0 はプレーナ型導波路 2 6 0 内で光を 90 度回折し、拡大して導波光 2 3 0 とする。この種回折格子形カップラは米国特許第 4,776,661 号に開示されている。

【0060】一般に、導波光 2 3 0 の強度の断面は、回折格子形カップラの回折格子溝の深さが均一な場合、回折格子形カップラ 2 1 0 の長さに沿って指数関数的に減少する。しかしながら、L. Li 他著「Variable-Groove-Depth Grating Couplers」(Optical Society of America, OSA Annual Technical Digest, 1991 年第 17 巻、26 ページ) において教示されているように、回折格子溝の深さがカップラに沿って変化する場合、強度の断面はガウス分布に近付くように作られることとなる。L. A. Wellner-Brophy および D. G. Hall 著「Local Normal Mode Analysis of Guided Mode Interactions with Waveguide Gratings」(Journal of Lightwave Technology, 1988 年 6 月、第 6 巻第 6 号、1069 ~ 1082 ページ) に示されているように、90 度リッジプレーナ導波路回折格子形カップラの他の利点は、そのカップラがリッジ型導波路 1 6 0 における T E 偏光された光をプレーナ型導波路 2 6 0 における T M 偏光された光に変換することである。

【0061】回折格子形カップラ 2 1 0 はホログラフ的パターンニング法とその後のイオン注入法とによってバッファ層 4 0 上に形成する。この回折格子はリッジ型回折格子 1 6 0 がプレーナ型回折格子 2 6 0 と交差する領域の下方に形成する。格子ピッチは式 (7) で与えられる。

【 0 0 6 2 】

【 数 7 】

$$\Lambda_{RP} = \frac{\lambda_B}{\sqrt{\{(N_{BR})^2 + (N_{BP})^2\}}} \quad (7)$$

【 0 0 6 3 】 ここで、 N_{BR} 及び N_{BP} は、各々リッジ型導波路及びプレーナ型導波路中を導波されるモードに対する 2 次高調波長の実効屈折率である。この回折格子はリッジ型導波路 1 6 0 に対して式 (8) で与えられる角度で形成する。

【 0 0 6 4 】

【 数 8 】

$$\tan \theta_{RP} = \frac{N_{BR}}{N_{BP}} \quad (8)$$

【 0 0 6 5 】 $N_{BR} \approx N_{BP} \approx 1.6$ であり、かつ、 $\lambda_B = 415 \text{ nm}$ という典型的な値の場合、 $\Lambda_{RP} = 183 \text{ nm}$ であり、 $\theta_{RP} = 45$ 度である。

【 0 0 6 6 】 図 8 は、電気光学導波路偏向器部分 3 0 0 の図 1 の E-E に沿った断面図である。この部分 3 0 0 の構造と動作は、米国特許出願第 916,422 号に詳細に記載されている。部分 3 0 0 は NLO 導波路の屈折率より小さい屈折率の、第 1 の透明なバッファ層 4 0 の上側にあるプレーナ型 NLO 導波路 2 6 0 によって形成される。次に、NLO 導波路の屈折率より低い屈折率を持つ第 2 の透明なバッファ層 3 4 0 が、NLO 導波路の上側に配置する。バッファ層 3 4 0 は、純粋なポリメタクリル酸メチルまたは例えば二酸化ケイ素で増量したポリメタクリル酸メチルのようないかなる材料でもよく、バッファ層 3 4 0 の厚さは 0.5 から 5 ミクロンである。部分 3 0 0 では、屈折率がさらに低いプレーナ型アース電極 3 2 1 が、第 1 のバッファ層 4 0、NLO 導波路 2 6 0 及び第 2 のバッファ層 3 4 0 の下方の基板上に位置する。一対の離間したブリズム状電極 3 2 0 及び 3 2 2 が、アース面電極 3 2 1 の真上の第 2 のバッファ層 3 4

$$\Delta N \equiv \frac{n_B}{2} r_B \frac{V_{DEF}}{d}$$

【 0 0 7 2 】 ここで、 n_B 及び r_B は前に定義したのと同様であり、 $\pm V_{DEF}$ は電極 3 2 0 と 3 2 1 との間に加えられた偏向器電圧であり、集積回路 7 2 0 によって接続線 7 2 2 と 7 2 3 とを介して与えられる。同時に、 V_{DEF} が電極 3 2 2 と 3 2 1 との間に加えられ、接続線 7 2 1 と 7 2 3 とを介して与えられる。距離 d は表面電極 3 2 0 及び 3 2 2 とアース電極 3 2 1 との間の合計の距離である。NLO 型導波路 2 6 0 内を伝搬する TM 偏光は、垂直に分極された NLO 導波路から大きな線形電気光学定数 r_{33} を得る利点があることは理解されよう。ここで、 $\tan \Gamma = 4$ 、 $r_{33} = 30 \text{ pm/V}$ 、 $n_B \approx N_{BR} = 1.6$ 、 $V_{DEF} = \pm 100 \text{ ボルト}$ 、 $d = 5 \text{ ミクロン}$ とする

0 の上部に堆積される。電極 3 2 0、3 2 1 及び 3 2 2 は金またはアルミニウムのような導電性金属でよく、厚さは 0.1 から 0.3 ミクロンである。しかしながら、基板 3 2 がシリコンまたは他の半導体の場合、電極 3 2 1 は局部的に高濃度に n 型をドーブした接点領域に置き換えることができることに留意すべきである。

【 0 0 6 7 】 NLO ポリマー導波路は、電極 3 2 0 及び 3 2 2 を一時的に短絡し、図 1 に示す分極用パッド 8 4 1 及び 8 4 2 に直流電圧を加えながら、このポリマーをガラス遷移の直前まで加熱することによって電氣的に分極する。分極パッド 8 4 1 及び 8 4 2 は各々電極 3 2 1 及び 3 2 2 に直接接続する。このポリマーは電界を印加したまま室温まで冷却し、その後電界は取り除かれて電極 3 2 0 及び 3 2 2 間の短絡が外される。この処理によって NLO フィルムの分極軸がフィルムの面に直角に向くようになる。

【 0 0 6 8 】 プレーナ型アース電極 3 2 1 と一対の離間した電極 3 2 0 及び 3 2 2 との間に選択的に印加する電圧によって、導波光は偏向角が式 (9) で与えられる一対の離隔した電極の幾何学的な形状に従って偏向される。

【 0 0 6 9 】

【 数 9 】

$$\theta_{DEF} \equiv 2 \frac{\Delta N}{N_{BP}} \tan \Gamma \quad (9)$$

【 0 0 7 0 】 ここで、 θ_{DEF} は導波路内の平行ビーム 2 3 0 の偏向角であり、 ΔN は電気光学的に誘導された実効屈折率における変化であり、 N_{BP} は偏向器部分 3 0 0 内の導波路 2 6 0 における導波モードの実効屈折率であり、 Γ は図 1 に示すブリズム型電極 3 2 0 及び 3 2 2 の頂角である。 ΔN は式 (10) で示す印加電圧に関係する。

【 0 0 7 1 】

【 数 10 】

$$(10)$$

と、式 (9) 及び式 (10) から $\theta_{DEF} = \pm 6.2$ ミリラジアンとなる。この偏向角はトラックピッチが 2 ミクロンで対物レンズの焦点距離が 3mm の典型的な光ディスクにとって、 ± 15 トラックに相当する。

【 0 0 7 3 】 図 9 を参照するに、部分 4 0 0 は入出力カップラ部分である。この部分 4 0 0 は第 1 のバッファ層 4 0 の上側に配設する第 1 の NLO 導波路 2 6 0 と、第 1 のバッファ層 4 0 上に形成する第 1 のブレースされた線形回折格子の出力カップラ 4 1 0 と、屈折率が NLO 導波路 2 6 0 の屈折率よりより小さくブレースされた線形回折格子 4 1 0 及び第 1 の NLO 導波路 2 6 0 の上側に配置する第 2 の透明バッファ層 3 4 0 と、第 2 のバッ

ファ層 3 4 0 の上側の第 2 の N L O 導波路 4 6 0 と、第 2 のバッファ層 3 4 0 上の第 2 のブレースされた線形回折格子の入力カップラ 4 2 0 から成る。第 1 の N L O 導波路 2 6 0 と第 2 のバッファ層 3 4 0 は第 1 の回折格子形カップラの後ろでテーパが付けられ厚さがゼロになる。ブレースされた回折格子 4 1 0 及び 4 2 0 は、所望のブレースを達成するため表面に斜めの角度で行うリアクティブイオンエッチング法に続いて、ホログラフ的印刷平版法により形成する。回折格子 4 1 0 は入射する導波光 3 3 0 のほぼ 100 % が第 1 の N L O 導波路 2 6 0 から出射し、基板に入射する光がないようにブレースす

$$\Lambda_{OUT} = \frac{\lambda_B}{N_{BP}' \cdot \sin \theta_{OUT}}$$

【0076】ここで、 N_{BP}' は部分 4 0 0 内の N L O 導波路 2 6 0 における指定されたモードの実効屈折率である。空中への出力角度が 5 度、 $N_{BP}' = 1.6$ 、 $\lambda_B = 415 \text{ nm}$ の場合、格子ピッチ Λ_{OUT} は 274 nm である。

【0077】ビーム 3 3 0 はブレースされた回折格子形カップラ 4 1 0 によって N L O 導波路 2 6 0 から出射し、方角 4 3 1 に沿って対物レンズ 4 3 5 を経て空中に伝搬し、回転する光ディスク 4 4 0 の情報記録面 4 5 0 上に集束する。ピットとランド区域の形式の記録データは、図 9 の方向 4 8 0 に平行なトラック（図示せず）に沿って位置する。ここでディスクが回転するときの振れは、方向 4 9 0 に沿うことに注意する。電気光学偏向器 3 0 0 による導波ビーム 3 3 0 の偏向は、振れ運動とは

$$\Lambda_{IN} = \frac{\lambda_B}{N_{BP}'' \cdot \sin \theta_{IN}}$$

【0080】ここで、 N_{BP}'' は N L O 導波路 4 6 0 内で指定されたモードの実効屈折率であり、 θ_{IN} は式 (13) で与えられる。

$$\theta_{IN} = \theta_{OUT} + 2\Phi.$$

【0082】傾き角度 ϕ を調整することにより、第 1 の回折格子形カップラ 4 1 0 によって第 1 の導波路 2 6 0 から出射した光は、第 2 の回折格子形カップラ 4 2 0 によって第 2 の導波路 4 6 0 に直接入射できないように、2 個の格子のピッチを相異なるように作ることができる。したがって、光源はセンサ部分 6 0 0 から効率的に分離される。レーザフィードバックも装置構成の幾何学的配置によって解消されることも理解されよう。光ディスク 4 5 0 の表面が基板 3 2 に平行な場合、 $\phi = 0$ であり、式 (13) によれば $\theta_{IN} = \theta_{OUT}$ である。式 (12) から、回折格子 4 2 0 に必要とされるピッチは、N L O 導波路 4 6 0 の実効屈折率が N L O 導波路 2 6 0 の実効屈折率と同様と仮定する場合、式 (11) で与えられた回折格子 4 1 0 のピッチと同一であることは理解されよう。回折格子 4 1 0 と 4 2 0 とのブレース角の差は

る。同様に、回折格子 4 2 0 はディスクから入射する全ての光が第 2 の N L O 導波路 4 6 0 内のビーム 4 3 0 と結合し、基板に逃げる光がないようにブレースされる。

【0074】出射用回折格子 4 1 0 のピッチ Λ_{OUT} は、光が第 1 の N L O 導波路 2 6 0 から空中のある予め定められた方角に出射するように設計される。この方角は基板 3 2 にほぼ直角な角度の θ_{OUT} である。 Λ_{OUT} は次の式 (11) による出力角 θ_{OUT} に関係する。

【0075】

【数 11】

(1 1)

逆となる方向 4 9 0 に平行な方向に偏向されるべき非結合ビームを作り、それによりディスクの振れを補償する。

【0078】第 2 のブレースされた回折格子形カップラ 4 2 0 のピッチは、光ディスク 4 4 0 から方向 4 3 2 に沿って反射された光が、第 2 の N L O 導波路 4 6 0 内のビーム 4 3 0 に結合するように設計する。方向 4 3 2 は、基板 3 2 の法線に関して、角度 θ_{IN} に方向付けられている。光ディスク 4 4 0 が基板 3 2 に関して角度 ϕ で傾斜する場合、入射用回折格子 4 2 0 のピッチは式 (12) で与えられる。

【0079】

【数 12】

(1 2)

【0081】

【数 13】

(1 3)

それ自体で、レーザ光源と検出器との分離を可能とする。

【0083】基板 3 2 が透明な場合、入出力カップラ部分 4 0 0 の別の構成として、N L O 導波路 4 6 0、ブレースされた入射回折格子形カップラ 4 2 0 及びマッハツェンダー干渉計型波面センサ部分 6 0 0 を基板 3 2 の底側に製造できることに留意すべきである。この別の実施例では、ビーム反射器部分 5 0 0 を必要としないことに注意する。図 10 に示すこの別の実施例において、図 9 の素子と同様の素子には文字 “a” を付けて表示するが、バッファ層 3 4 0 を部分 4 0 0 に広げる必要はない。この実施例の製造は、光源／電気光学変調器部分 1 0 0、ビームイクスパンダ／T E - T M 変換器／反射器部分 2 0 0、電気光学導波路偏向器部分 3 0 0、導波路 2 6 0 及びブレースされた出力回折格子形カップラ 4 1

0を含む装置の光伝送部を透明な基板32の上面に形成することにより一層簡単にできる。NLO導波路460、ブレースされた入射回折格子形カップラ420及びマッハツェンダー干渉計型波面センサ部分600を含む装置の受光部は、透明な基板32の底面に形成する。

【0084】あるいは、装置の受光部は図11に示すように、別個の基板33上に形成できる。この別の実施例では、図9の素子と同様の素子には文字“b”を付けて示す。2個の基板を背合わせに位置決めして、基板32上の出射カップラ410が基板33の底部の入射カップラ420と整列させ、屈折率整合用接着剤34で結合する。

【0085】図9と図11に示す別の実施例では、入射a,b

$$\Lambda_{IN} = \frac{\lambda_B}{N_{BP}'' + \sin\theta_{IN}}$$

【0087】式(12a)は、式(12)の分母に表示されていたマイナス記号が式(12a)ではプラス記号に置き換わっている点において、式(12)とは異なることに注意する。従って、導波路40aまたは40b及び460aまたは460bの光学的分離を達成するために、ディスクが傾斜される必要はない。その理由は、これらの導波路は相異なる格子ピッチ Λ_{00} 及び Λ_{10} の効力によって分離されるからである。

【0088】図12は、端面反射器500及びマッハツェンダー(MZ)干渉計型波面センサ部分600の拡大平面図である。面型反射器500は、基板32、バッファ層40及び導波路460をダイシングまたは研磨によって、あるいは、入出力部分400から入射する光430の伝搬方向に45度をなす線のみに沿って導波路460をリアクティブイオン・エッチングすることによって、形成される。他の例では、導波路終端はミラーとして作用し、導波ビームを90度の角度で反射することにより総合的な光ヘッドをさらに小型にできる。反射スタックまたは金属ミラーを用いてコーティングすることによって、面の反射率を高めることができる。図10または図11の実施例を使用する場合、ビーム反射器500の必要性がなくなることに留意すべきである。

【0089】図12に示すように、端面反射器500からの反射後、ビーム530はMZ波面センサ部分600に入射する。この段は集積光ヘッドの受光部を示し、米国特許出願第913,579号に詳細に説明されている。センサ部分600は、第1の透明なバッファ層40の上部に配置するプレーナ型でチャネル型またはリッジ型導波路の系で形成する。参照番号638はNLOプレーナ型導波路460とMZ波面センサ部分600との間の境界を示す。これら導波路は印刷平版的に規定され、リアクティブ・イオンエッチング法により処理されるか、また

カップラ回折格子420aまたは420bの格子ピッチによって、出射したビームは各々逆方向430a及び430bに伝搬することは理解されよう。このためいずれの装置もビーム反射器500を必要とせずに小型に作ることができる。図9に示す実施例に関する別の利点は、入射結合回折格子420aまたは420bに必要なピッチは、ディスクのチルト角がゼロの場合でも、回折格子410aまたは410bに必要なピッチとは異なる。回折格子420aまたは420bに必要なピッチは式(12a)で与えられる。

【0086】

【数14】

(12a)

は、UVレーザアブレーション法を用いて直接書き込むのが好適である。

【0090】導波路の系はモードインデックス型コンデンサレンズ644を有する中央プレーナ型導波路領域660を含み、コンデンサレンズ644の中心はMZ波面センサ部分の光軸636上に位置する。このレンズは光をフォトダイオード646上に集束し、rfデータ信号を測定する。この信号は電気的接続線712を介して集積回路710に中継される。中央プレーナ型導波路領域660の両側にリッジ型導波路MZ干渉計662、664及び基準用リッジ型導波路652、654が対称的に配列する。リッジ型導波路MZ干渉計662は独立したリッジ型導波路648及び650を含み、これらリッジ型導波路は合体してY字形接続を形成する。同様に、リッジ型導波路MZ干渉計664はリッジ型導波路656及び658を含む。リッジ型導波路MZ干渉計662及び664を使用して、入射ビームの非平行性を感知する。この非平行性は光ディスクの表面が対物レンズの公称焦点から離れる運動に関係する。

【0091】図13は図12の線G-Gに沿ったシングルチャネル型導波路MZ干渉計の略断面図を示す。図示のように、バッファ層40はリッジ型導波路MZ干渉計の真下に位置する。金、アルミニウムまたは他の金属の厚さが0.1から0.3ミクロンの形状の金属アース電極676が、MZ干渉計の一方のリッジ648の下方の基板32上に堆積される。ここで、この明細書の他の部分と同様に、基板32がシリコンまたは他の半導体の場合、基板上に直接堆積されたいかなる金属導体も局所的な高濃度なn型ドープの接点領域により置き換えることができることに留意すべきである。第2の透明なバッファ層675及び上部電極678をNLOリッジ型導波路648上に堆積される。NLOリッジ型導波路648は、各

々電極 6 7 6 及び 6 7 8 に電氣的に接続されている分極用パッド 8 5 1 及び 8 5 2 間に分極電圧を加えることにより、電極の面に垂直な方向に分極される。パッド 8 5 3 及び 8 5 4 も同様に、M Z 干渉計 6 6 4 内の N L O リッジ型導波路を分極するために使用する。N L O リッジ型導波路はガラス遷移温度より僅かに低い温度にまで加熱され、次にゆっくり冷やされ、最後に分極電圧を除去される。

【0092】再度図 12 を参照するに、電氣的接続線 7 2 8 及び 7 2 9 を介して各々電極 6 7 6 及び 6 7 8 の間に印加する集積回路 7 2 0 からの電圧信号は、N L O リッジ型導波路 6 4 8 に電気光学的に誘導された屈折率の変化を引き起こし、この屈折率の変化が、N L O リッジ型導波路 6 5 0 内を伝搬する光の位相シフトに関連して変化されるべき N L O リッジ型導波路 6 4 8 内を伝搬する光の位相シフトを発生させることが分かる。この手段によって、M Z リッジ型導波路干渉計 6 6 2 及び 6 6 4 は、各々 +90 度及び -90 度の位相によって電気光学的にバイアスされる。入射ビーム 5 3 0 のフォーカスエラー信号 I_{FES} は、フォトダイオード 6 6 7 及び 6 6 6 から

$$I_{FES} \equiv 2 \sin \frac{2\pi\Delta}{A}$$

【0095】ここで、A は式 (15) の関係によって与えられる。

$$A = \frac{\lambda_n f^2}{2RG_{MZ}}$$

【0097】ここで、R は M Z リッジ型導波路干渉計の光軸 6 3 6 からの距離であり、 G_{MZ} は M Z 干渉計を含む 2 個のリッジ型導波路の離隔距離であり、f は対物レンズ 4 3 5 の焦点距離である。従って、 I_{FES} はフォーカスエラー信号を示し、デフォーカス Δ と共に正弦波状に

$$I_{FES} \equiv \frac{4\pi\Delta}{A}$$

【0099】そこで、 I_{FES} はデフォーカスと共に直線的に変化する。f = 4mm、 G_{MZ} = 10ミクロン、R = 1mm、 $\lambda = 415\text{nm}$ の場合、式 (15) から $A = 332$ ミクロンの値が得られる。この特定の例では、 $1\Delta 1$ (絶対値) < 30ミクロンの場合は、 I_{FES} 、FES はデフォーカスに関してほぼ直線的な関係を維持することとなる。

【0100】2 個の M Z 干渉計 6 6 2 及び 6 6 4 をバイアスし、FES 信号としての基準信号に対する干渉計の比の差を使用することにより、4 つの所望の効果が同時に達成できる。先ず第 1 は、直流レベルの抑圧ができることである。第 2 は入射ビーム 5 3 0 の位置の変動に起因する各干渉計から別個に入る信号内の変動を、 I_{FES}

フォトダイオード 6 6 8 及び 6 7 0 は、M Z リッジ型導波路 6 6 2 及び 6 6 4 から出射する光を検出する。一方、フォトダイオード 6 6 7 及び 6 6 6 は、各々基準用リッジ型導波路 6 5 2 及び 6 5 4 から出射する光を検出する。フォトダイオード 6 6 7、6 6 6、6 6 8 及び 6 7 0 からの信号は、各々電氣的接続線 7 1 1、7 1 3、7 1 6 及び 7 1 7 を介して集積回路 7 1 0 に中継される。基板 3 2 がシリコンまたは他の半導体材料でできている場合、米国特許第 4,672,187 号に開示されているように、フォトダイオード 6 4 6、6 6 6、6 6 7、6 6 8 及び 6 7 0 を直接的に集積化することができる。さもなければ、導波路を通過する光は、回折格子結合、直線結合 (endfire coupling) またはエバネセントウェイブ結合 (evanescent wave coupling) の手段によって、外部のディスクリットなフォトダイオードに結合されることが可能である。

【0093】 I_{FES} は光ディスクが次の式 (14) による対物レンズの公称焦点からずれた距離であるデフォーカス Δ に関係する。

【0094】

【数 15】

(14)

【0096】

【数 16】

(15)

変化する。しかしながら、数量 A が Δ の最大値に関して十分大きい場合、式 (14) は式 (16) で表現でき、

【0098】

【数 17】

(16)

FES でキャンセルできることである。ビームの位置変動は、トラッキングエラー修正動作中の電気光学的ビームの偏向による。第 3 の利点は、 I_{FES} は電気光学的トラッキングエラーの修正から発生するブレイズされた回折格子入力カップラ 4 2 0 の入射結合効率における変動にも影響されないことである。第 4 の利点は、デフォーカスが上述のパラメータ A に関して十分小さい場合、 I_{FES} はデフォーカスと共に直線的に変化することである。

【0101】さらに、バイアスの位相シフトを電気光学的に調整可能にした結果、別の利点が生ずる。基準点から ± 90 度ドリフトすることとなるバイアスオフセットに

において、ダイナミックな調整が可能なことである。電気光学的に調整可能なバイアスオフセット法に対して、それほど複雑ではないがあまり好適ではない別の方法は、NLOリッジ型導波路 6 4 8 及び 6 5 8 の厚さを永久的に調整することによるバイアス位相シフト法を取り入れることである。この方法は、装置の製造中にフォトダイオード 6 6 8 及び 6 7 0 の信号レベルを監視しながら、導波路 6 4 8 及び 6 5 8 の NLO 有機ポリマーのレーザトリミング法を使用することによって、達成される。こ

$$I_{TES} = I_{02} - I_{01}$$

【0104】ここで、 I_{01} 及び I_{02} はそれぞれフォトダイオード 6 6 6 及び 6 6 7 により測定された信号である。好ましくない側面的効果は、デフォーカスとの回折格子結合効率に変動があることである。数 kHz より低い周波数成分でのデフォーカスによる rf 信号の変調信号は、この信号を高帯域通過形の電氣的フィルタを通過させることにより、rf データ信号から除くことができる。しかしながら、 I_{TES} の周波数スペクトルは I_{FE} の周波数スペクトルと同一のため、電氣的フィルタを通過させる選択はできない。他方、 I_{FE} は上述したように結合効率の変動に影響を受けないので、 I_{FE} は I_{FE} 上のデフォーカスの影響を補償するために使用できる可変利得形回路への入力信号として使用されることが可能である。

【0105】従来の光ヘッドより大きさ及び重さにおいてはるかに小型の読出し／書込み光ヘッドについて説明がなされたことは理解されるであろう。寸法は長さが 25 から 30mm、幅が 10 から 15mm、厚さが 1 から 5mm のオーダである。この光ヘッドは対物レンズ、焦点サーボ機構及びトラッカー粗シーク (coarse seeking) 用アクチュエータを省いた従来の読出し／書込みヘッドの全ての機能を組み込んでいる。インキャビティ型 SHG 方式を使用することにより、従来技術の装置よりもさらに高い変換効率を得ることができる。その理由は SHG 方式が単一光路動作ではなく多重光路にわたって SHG を動作させるからである。この明細書で説明した 2 つの実施例には、伸長されたレーザキャビティのアクティブゲイン段はチップ上にモノリシックに形成できるという追加的な利点がある。製造が容易になるため、作業者が光ヘッド用チップを用いて外部のゲイン段を緊張して整列させる必要を回避することができる。さらに、1 つの実施例では、同一の基板上に伸長されたキャビティとして、アクティブゲイン段を成長させることを事実上可能にし、このためブレースされた回折格子使用の方向性カップラを利用することによって、アクティブ・パッシブ・インターフェースにおける光学的損失を減少させる。赤外光よりも青色光を使用するということは、ディスクの記憶容量を 4 倍に増加できることを意味する。デュアル型の入射及び出射用の線形にブレースされた線形な回折格子形カッ

の方法は、リッジ型導波路 6 5 0 及び 6 5 6 の実効屈折率に関して、各々リッジ型導波路 6 4 8 及び 6 5 8 の実効屈折率を永久的に修正し、所望の位相バイアスにまで高める。

【0102】トラッキングエラー信号は、基準リッジ型導波路用フォトダイオード 6 6 7 及び 6 6 6 によって検出された信号の次式により表される差から得られる。

【0103】

【数 1 8】

(1 7)

ブラを使用することにより、外部の 1/4 波長板を必要とすることなく、レーザ帰還ノイズをほぼ完全に解消することが可能となる。出射カップラの線形回折格子と結合した分布型帰還 SHG を使用することによって、集束用回折格子出射カップラを有する従来技術による設計の場合のような、光源の波長シフトに起因するディスク上のスポット品質の劣化と動揺とが解消される。また、マッハツェンダー干渉形型ヘッドを使用することにより、製造が困難で、高性能な、集積化された光導波路レンズを不要にすることができる。

【0106】本発明は、非線形光学分極形有機ポリマー薄膜導波路またはいかなる他の薄膜非線形光学材料に基づくほぼ全面的に集積化された光導波路読取り／書込みヘッドに関する。この種の薄膜は、シリコンまたは GaAs のような基板上のパッシブ及びアクティブな導波路構成部品の形成を可能にするいくつかの望ましい特性によって特徴づけられ、このため電気光学／光電子的集積化を可能にする。本発明は、上述した問題を解決すると共に、単一の導波路チップ上の光読取り／書込みヘッドのほとんど全ての主要な構成要素を集積化することを提供する。

【0107】この発明は、次のように簡潔に要約できる。すなわち、本発明は、基板と、その基板の上側の光学的に透明な下部バッファ層と、その下部バッファ層の上側にあり、下部バッファ層の屈折率よりも大きな屈折率を有し、光学的に透明な非線形光学有機分極形ポリマー導波路と、NLO 導波路に光学的に結合されている GaAs レーザダイオードから成る。1 つの実施例において、端面がへき開処理され反射防止コーティングされたレーザダイオードは、剥離処理によって基板に堆積され、NLO 導波路に結合される。この実施例では、基板をガラスまたは SiO₂ をコーティングしたシリコンで作ることができる。さらに、基板を GaAs チップで作ることができる。この場合はレーザダイオードは基板自体に直接形成されることとなる。

【0108】NLO 導波路自体独立しているが互いに隣接する次の六つの部分から成る。すなわち、

1) レーザダイオードのための伸長された共振器キャビティを形成し、変調機能及びインキャビティ型疑似位相

整合した 2 次高調波発生器の機能を兼ね備えたリッジ型導波路部分、

2) ビーム拡大機能、T E - T M 変換機能及びビーム偏向機能を兼ね備える回折格子が結合されたリッジプレーナ導波路部分、

3) 電気光学導波路のビーム偏向のためのプレーナ型プリズム状電極部分、

4) 入射及び出射結合のためのデュアル型線形回折格子部分、

5) ビーム偏向のためのプレーナ型導波路ミラー部分、

6) T E S 信号及び F E S 信号発生のための電気光学リッジ型導波路のマッハツェンダー干渉計型波面センサ部分

である。

【0109】波面センサ部分には、モードインデックス導波路型コンデンサレンズが形成されているプレーナ型導波路領域も含まれている。このレンズはデータ検出のために集光する。これ等の光子子に加えて、基板（シリコンまたは GaAs のような半導体基板の場合）に直接特定仕様に集積化されるか、または、基板（ガラスのような他の絶縁基板の場合）に取り付けることができる光検出器、増幅器、ドライバ及び論理素子のような電子素子がある。これらの電子素子は、光を検出する手段、F E S 信号、T E S 信号及びデータ信号を増幅する手段、電気光学トラッキングアクチュエータを駆動し、電気光学変調器を駆動し、マッハツェンダー干渉計にバイアスオフセット修正信号を与える手段を具える。

【0110】上述の集積化された光学チップに、外部対物レンズ、トラッカー粗シーク用アクチュエータ及び集束アクチュエータを追加すると、完全な光読取り／書込みヘッドが形成される。その集積化された光学チップは、光ビームを発生し、誘導し、応答し、かつ、処理するいくつかの段を含んでいるので、各々の段は機能が同一である限りこの明細書で説明した内容からかなり変形することができる。これらの段は大量生産を可能にし、装置を特定の用途向けに調整するための部品の交換を可能とする。

【0111】

【発明の効果】本発明は、N L O 有機分極形ポリマー薄膜を含む新規な集積化された光ヘッドを使用することにより、従来装置の問題点を解決する。他の薄膜非線形光学媒体も、有機ポリマーの代わりに使用できる。J. Zyss 著「Nonlinear Organic Materials for Integrated Optics: A Review」(Journal of Molecular Electronics, 第1巻(1985)、25~45ページ)に開示されているように、N L O 有機材料はその材料の形状により導波路的な伝搬が可能な場合、十分な潜在能力を実現できる。光通信、レーザ走査及び制御機能、及び集積光学技術において有用な N L O 有機材料の例は周知である。例えば、J. Williams 著「Organic Polymeric and Non-Polymeric Materials with Large Optical Nonlinearities」

(Agnew. Chem. Int. Ed. Engl., 第23巻(1984)、690~703 ページ)を参照されたい。

【0112】N L O 有機フィルムの非線形光学特性を利用して、2 次高調波の発生及び線形電気光学効果の両者を得る。バルク無機 N L O 材料と対照的に、これら材料の薄膜は同一の基板上に多種類の装置を集積できる設計の柔軟性を有する。例えば、この種フィルムはシリコンまたは GaAs のような基板上に堆積でき、プレーナ型、リッジ型またはチャネル型導波路に作り上げることができ、非線形光学（すなわち、2 次高調波の発生、電気光学トラッキング及び電気光学変調）機能及び光電子（すなわち、レーザ放射及び光検出）機能の集積化が可能となる。N L O 有機材料の他の利点は、この材料が最良の無機電気光学材料の電気光学係数以上の電気光学係数を有することができることである。プレーナ型電極をこれら薄い非線形光学フィルムのいずれの側にも配置できるという事実は、N L O 材料の比較的大きな電気光学係数と併せて、比較的低い駆動電圧で動作する偏向器、位相シフタ、モード変換器及び変調器のような均一電界の電気光学導波路装置の設計を可能にする。この設計は、従来のバルク電気光学結晶を使用する場合は、可能ではない。

【0113】2 次高調波の発生や線形電気光学効果のような非線形光学機能は、パワー密度が高くなればなるほど一層効率的になることも理解されよう。導波路状の構造体は、損失のない媒体の場合、理論的に無限の径路にわたって横方向が波長のオーダの寸法に規制された光学パワーを維持する可能性を示すので有利である。そのようなことはバルク作用では可能ではない。その理由はバルク作用は焦点が大きくなるとそれだけ同焦点パラメータが小さくなり、そのパラメータ以上に非線形光学変換効率及び線形電気光学効果が減少するからである。導波路形状の他の利点は次のようなことである、すなわち、所定の基本波長に対して、周期的に分極する疑似位相整合回折格子を使用することによるか、または層及び／または基板の厚さまたは屈折率のような導波路特性を結合してまたは個別に適合させて、基本波及び 2 次高調波の誘導モードの実効屈折率を制御することによるかのどちらか一方によって、基本波と 2 次高調波の誘導モードとの位相整合を保証することができることである。

【0114】集積された光ピックアップヘッドにおいて組込形 S H G 機能を包含することは、バルク型の従来技術の装置に対して、著しい利点を有する。これは光ディスクの情報記録密度は、情報を書き込むために使用する放射の波長の逆二乗に比例して増加する事実から生ずる。S H G 機能の集積化は、変換は位相整合条件が満足する基本波長においてのみ起こるというさらに別の利点がある。これは S H G 光の波長はレーザダイオードの変動に鈍感であることを意味する。湾曲焦点(curved focu

s) 回折格子形カップラの代わりに線形回折格子形カップラを使用することにより得られるこの波長の安定性のため、ディスク表面の集束スポットの変動と劣化とが取り除かれる。これまで、NLO材料を組み入れ、基本波長の2次高調波発生による可視放射を発生する小型のレーザダイオード構造体を説明してきたことは理解されよう。レーザの伸長されたキャビティにSHG機能を包含することによって、SHGの変換効率を改善することができるが、それはSHG機能は非線形リッジ型導波路において基本放射の多重経路ができるためである。本発明は、レーザ駆動電流を直接変調する必要性とそれに伴う不安定性なしに、光ディスクへの書込みを可能にする集積化された電気光学変調器機能をも含んでいる。

【0115】 上述した説明から明らかなように、この発明の特色のいくつかは、説明されている実施例の特定の細部に限定されず、それゆえ、他の修正や応用が当業者に想起され得ることが考えられる。従って、この発明の真の精神及び範囲から逸脱することなく、特許請求の範囲はこの種全ての修正や応用を含むことが意図されている。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による集積化された電気光学導波路型の光学的データ記録読出し／書込み装置の好適な実施例の概略平面図である。

【図2】 図1の一部拡大平面図であり、アクティブなレーザダイオードを非線形光学導波路フィルムに結合する機能と、疑似位相整合された2次高調波の発生機能と、分布型ブラッグ反射型回折格子を使用する赤外線放射の変調及び帰還機能とを提供する伸長されたキャビティ型レーザを示す。

【図3】 図2のラインA-Aに沿って切り取った断面図であり、疑似位相整合された2次高調波発生器の表面電極による非線形光学有機チャンネル型導波路内の主にTE偏光に作用するように設計したフリッジ部を示す。

【図4】 (a) は図1または図2のラインB-Bに沿って切り取った断面図であり、(b) は(a)と同様であるが別の好適な実施例を示す断面図であり、そして、(c) は(a)及び(b)と同様であるが更に別の好適な実施例を示す断面図である。

【図5】 全体的には図2のラインC-C、具体的には図4(c)のラインC-Cに沿って切り取った断面図であり、ディスクオードなレーザダイオード構造体に誘導されたシリコン不純物を示す。

【図6】 (a) は全体的には図2のラインD-D、具体的には図4(c)のラインD-Dに沿って切り取った断面図であり、(b) は(a)と同様であるが別の好適な実施例を示す断面図であり、(c) は(a)及び(b)と同様であるが更に別の好適な実施例を示す断面図であ

る。

【図7】 本発明によるチャネルプレーナ型導波路回折格子形カップラ部分の詳細な等角投影図である。

【図8】 図1のラインE-Eに沿って切り取った拡大断面図である。

【図9】 対物レンズ及び光ディスクを示す図面において、ラインF-Fに沿った断面図である。

【図10】 図9と同様の断面図であるが、透明な基板を有する別の好適な実施例を示す断面図である。

【図11】 図9及び図10と同様の断面図であるが、更に別の好適な実施例を示す断面図である。

【図12】 図1の一部拡大平面図であり、フォーカスエラー信号、トラッキングエラー信号及びデータ信号を検知する機能を有する部分を示す。

【図13】 図12のG-Gに沿って切り取った断面図である。

【符号の説明】

10…アクティブゲイン段(レーザダイオード)

14…光学キャビティ段

20 18、40、340、675…バッファ層

21…分布型ブラッグ反射器段

32、33…基板

36、37…表面電極

60、160…リッジ型導波路

100…電気光学的導波路部分

200…リッジプレーナ型導波路部分

230、330、430、530、630…導波ビーム

260、460…プレーナ型導波路

300…ビーム偏向器部分

30 321、676…アース用電極

320、322…プリズム状電極

400…デュアル型回折格子カップラ部分

410…出射回折格子

420…入射回折格子

500…導波路反射器部分

600…マッハツェンダー干渉計型波面センサ部分

644…導波路コンデンサレンズ

646、666、667、668、670…フォトダイオード

40 662、664…リッジ型導波路MZ干渉計

678…上部電極

710、720、730…集積回路

711-716、721-725、728、729、7

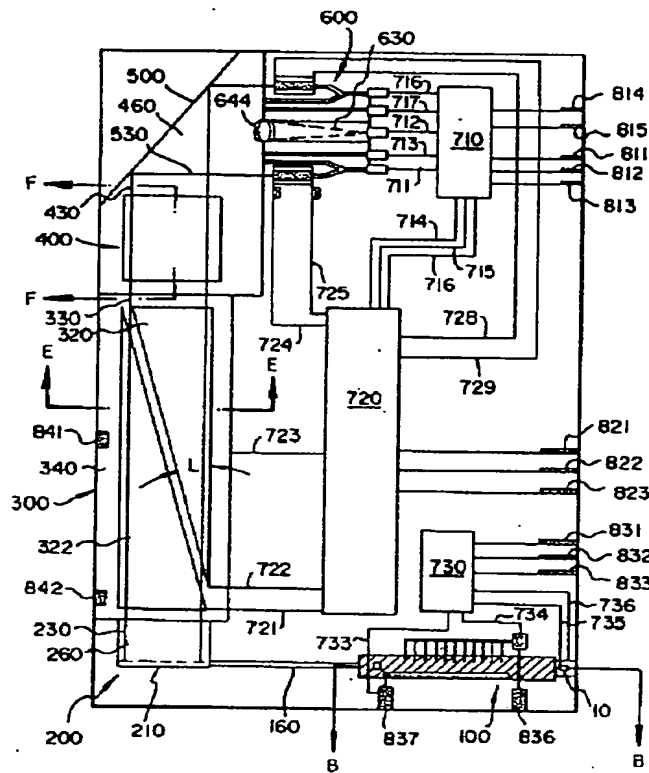
33-736…接続線

811-815、821-823…接続パッド

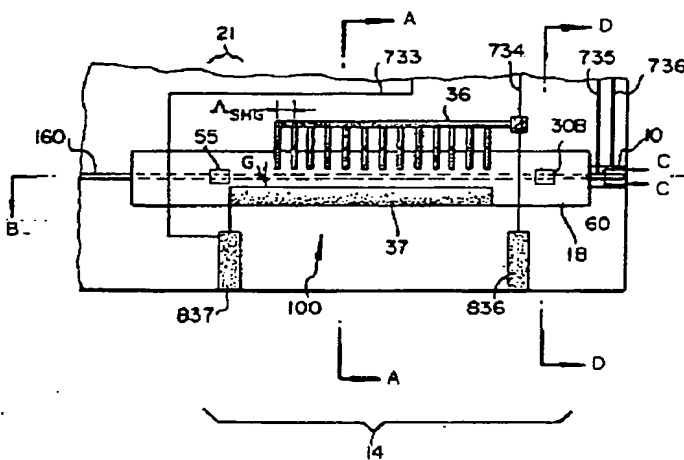
831-833、836、837、841、842、8

51-854…コネクタ

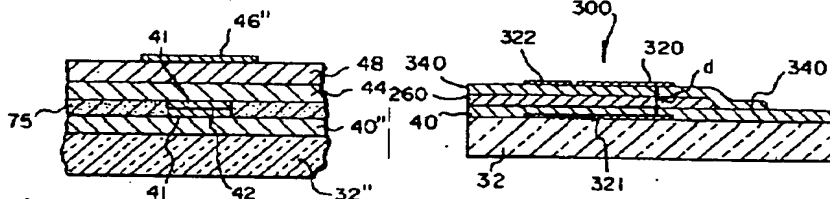
【 図 1 】



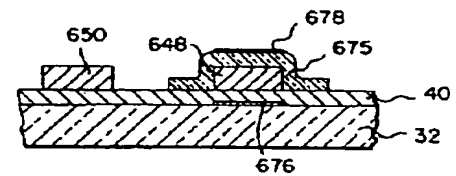
【圖 2】



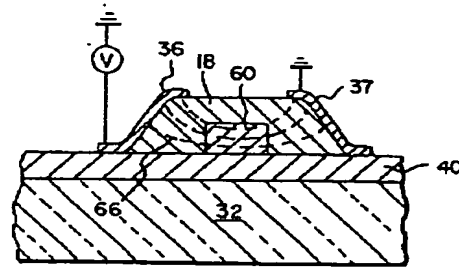
【図 5】



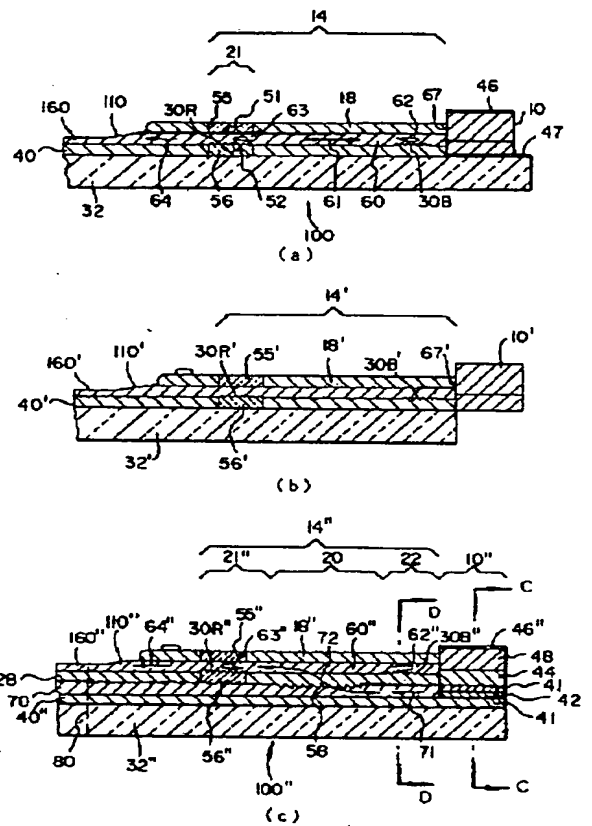
【圖 8】



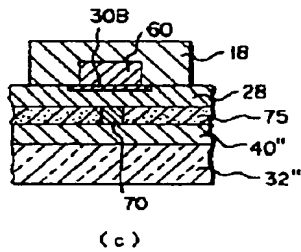
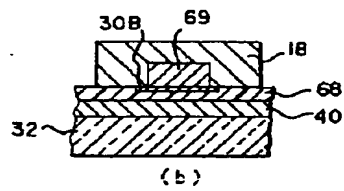
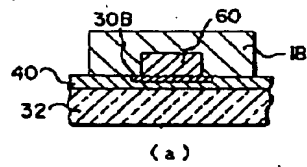
【图 3】



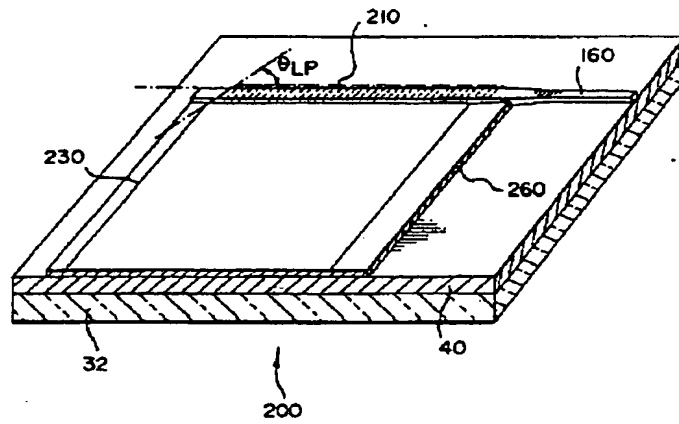
【图 4】



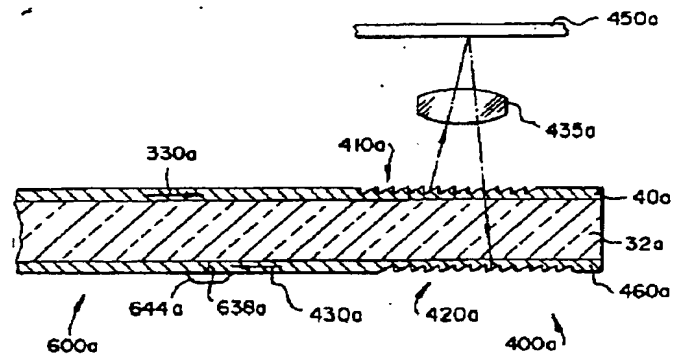
【図 6】



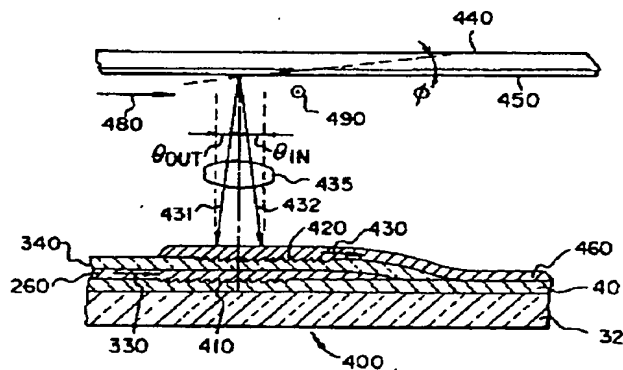
【図 7】



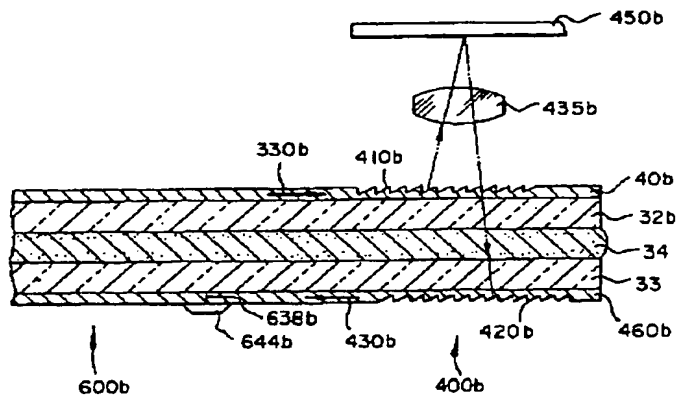
【図 10】



【図 9】



【図 11】



【図 1 2】

